JAPAN

 EDICT OF GOVERNMENT 

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

JIS B 9704-3 (2011) (Japanese): Safety of machinery -- Electro-sensitive protective equipment -- Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR)

安 併

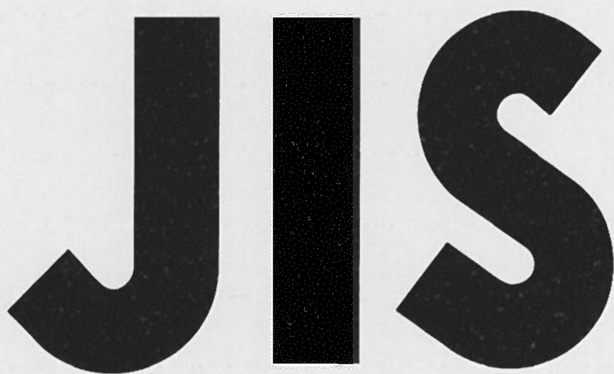
The citizens of a nation must honor the laws of the land.

Fukuzawa Yukichi

BLANK PAGE







機械類の安全性－電気的検知保護設備－第3部：拡散反射形能動的光電保護装置に対する要求事項

JIS B 9704-3 : 2011

(IEC 61496-3 : 2008)

(JMF)

平成23年4月25日 改正

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

日本工業標準調査会標準部会 産業機械技術専門委員会 構成表

	氏名	所属
（委員会長）	小 林 英 男	横浜国立大学
（委員）	石 坂 清	社団法人日本機械工業連合会
	市 川 直 樹	独立行政法人産業技術総合研究所
	大 地 昭 生	日本内燃機関連合会
	奥 山 正 二	社団法人日本産業機械工業会
	狩 野 文 雄	東京都健康安全研究センター（社団法人日本空気清浄協会）
	酒 井 健 二	東洋エンジニアリング株式会社
	眞 田 一 志	横浜国立大学（社団法人日本フルードパワー工業会）
	田 中 正 晴	厚生労働省
	中 山 良 樹	株式会社やまびこ（社団法人日本農業機械工業会）
	橋 本 恭 典	社団法人全国木工機械工業会
	森 吉 尚	国土交通省
	山 名 良	社団法人日本建設機械化協会

主 務 大 臣：厚生労働大臣，経済産業大臣　　制定：平成 16.3.25　　改正：平成 23.4.25
官 報 公 示：平成 23.4.25
原 案 作 成 者：社団法人日本機械工業連合会
（〒105-0011　東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館　TEL 03-3434-9436）
審 議 部 会：日本工業標準調査会　標準部会（部会長　二瓶　好正）
審議専門委員会：産業機械技術専門委員会（委員会長　小林　英男）

この規格についての意見又は質問は，上記原案作成者，厚生労働省労働基準局 安全衛生部安全課［〒100-8916　東京都千代田区霞が関 1-2-2　TEL 03-5253-1111（代表）］又は経済産業省産業技術環境局 基準認証ユニット産業基盤標準化推進室［〒100-8901　東京都千代田区霞が関 1-3-1　TEL 03-3501-1511（代表）］にご連絡ください。

なお，日本工業規格は，工業標準化法第 15 条の規定によって，少なくとも 5 年を経過する日までに日本工業標準調査会の審議に付され，速やかに，確認，改正又は廃止されます。

目　次

まえがき

この規格は，工業標準化法第 14 条によって準用する第 12 条第 1 項の規定に基づき，社団法人日本機械工業連合会（JMF）から，工業標準原案を具して日本工業規格を改正すべきとの申出があり，日本工業標準調査会の審議を経て，厚生労働大臣及び経済産業大臣が改正した日本工業規格である。

これによって，**JIS B 9704-3**:2004 は改正され，この規格に置き換えられた。

この規格は，著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が，特許権，出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。厚生労働大臣，経済産業大臣及び日本工業標準調査会は，このような特許権，出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について，責任はもたない。

JIS B 9704 の規格群には，次に示す部編成がある。

JIS B 9704-1　第 1 部：一般要求事項及び試験

JIS B 9704-2　第 2 部：能動的光電保護装置を使う設備に対する要求事項

JIS B 9704-3　第 3 部：拡散反射形能動的光電保護装置に対する要求事項

日本工業規格　JIS B 9704-3：2011
(IEC 61496-3：2008)

機械類の安全性－電気的検知保護設備－第3部：拡散反射形能動的光電保護装置に対する要求事項

Safety of machinery－Electro-sensitive protective equipment－Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR)

序文

この規格は，2008年に第2版として発行された**IEC 61496-3**を基に，技術的内容及び対応国際規格の構成を変更することなく作成した日本工業規格である。

なお，この規格で点線の下線を施してある参考事項は，対応国際規格にはない事項である。

電気的検知保護設備（以下，ESPEという。）は，人に傷害を与えるリスクのある機械類に用いる。ESPEは，人が危険状態に置かれる前に機械を安全な状態に移行させることによって人を保護する機能をもつ。

この規格は，**JIS B 9704-1**（以下，第1部という。）と併せて用いる規格である。この規格は，機械類における安全防護のために，検知機能として拡散反射形能動的光電保護装置（以下，AOPDDRという。）を用いるESPEの設計，製作及び試験に対する要求事項を規定するために，第1部の対応する箇条を補足又は修正するものである。この規格が言及していない第1部の箇条は，妥当な限り，この規格の一部としてそのまま適用する。この規格において括弧書きで“追加”，“削除”，“置換え”などと指示する箇所は，第1部の該当部分をそのように改めて適用する。

附属書AA及び**附属書BB**は参考であって，規定ではない。

機械にはその種類によって特有の危険源がある。この規格は，特定の機械に対しESPEをどのように使用するかを規定するものではない。ESPEの使用方法は，ESPEの供給者，機械の使用者及び監督機関の間で取り決める事項である。このことに関しては，例えば，第1部及び**JIS B 9700-2**に指針がある。

ESPEに用いる技術は複雑であるため，特定の試験及び測定においては実施者の解析力及び専門能力に高度に依存する面がある。評価の信ぴょう性を高めるためには，関連する専門技術をもつ第三者による審査を受けることが望ましい。

注記　ここでいう審査とは，適合性認証を意味するものではなく，助言，確認などのことである。

1　適用範囲

（全文置換え）

この規格は，機械類の安全制御システムにおいて人を検出するための非接触式の検知機能としてAOPDDRを用いるESPEの設計，製作及び試験に対して，第1部に追加する要求事項について規定する。

AOPDDRが，安全関連性能を確実に達成するための要求事項に特に配慮している。

この規格の**附属書 A** 及び第 1 部の**附属書 A** に規定する追加安全関連機能を任意に付加する ESPE も，この規格の対象である。

この規格は，特定の用途のための検出区域の寸法，形状，及び ESPE と危険部との位置関係を規定するものではない。また，機械の危険状態を招く要因について規定するものでもない。この規格が規定する事項は，ESPE の機能及び ESPE と機械とのインタフェースに関する事項に限定する。

AOPDDR は，二次元の検出区域に近赤外光を投光器から放射し，放射光が対象物（例えば，人又は人の部位）で拡散反射して受光器に到達する成分を検知することによって対象物の存在を確認（検出）する。

注記 1 場合によっては，AOPDDR の検出機能に限界があることを考慮する必要がある。例えば，

- 鏡面反射特性をもつ対象物は，その拡散反射量が黒色試験片の反射量よりも小さいときは検出できないことがある。
- この規格では，検出できる対象物の最小反射率を人の衣類の特性に基づいて決定したので，この規格に規定する値よりも小さな反射率をもつ対象物は検出できないことがある。

波長が 820～946 nm 以外の放射光を用いる AOPDDR，及び AOPDDR 以外の装置からの放射光を用いる ESPE は，この規格の対象外である。対象外の放射光を用いる ESPE に対しては，この規格は指針として用いることができる。検出能力の仕様値が 30～200 mm の範囲外の AOPDDR もこの規格の対象外である。検出能力が 200 mm 以下の AOPDDR を垂直接近（正面方向からの接近）における全身検出トリップ装置として用いる場合は，**A.12** の要求事項を満たさなければならない。検出能力が 30～70 mm の範囲内にある AOPDDR を垂直接近する人の部位によるトリップ装置として用いる場合は，**A.13** の要求事項を満たさなければならない。

注記 2 **JIS B 9715** の **6.3**（検知区域に対するななめ接近の方向）は，接近角 30° 以上の接近を垂直接近と定義し，接近角 30° 未満の接近を平行接近と定義している。

注記 3 **JIS B 9715** の **6.2**（検知区域に対する平行接近の方向）は，能動的光電保護装置を用いる ESPE を，平行接近する対象物を検知する用途に適用する場合は，検出能力を 50～117 mm の範囲にすることを推奨している。

この規格は，人を保護する用途以外にも利用できる。例えば，機械又は製品の機械的損傷に対する防護に関連して利用してもよい。そのような用途において，例えば，人及び人の衣服以外のものを検出しなければならないときは，この規格以外に追加の要求事項が必要となることもある。

この規格は，電磁両立性（EMC）の放射に対する要求事項は扱わない。

近接スイッチのような，一次元距離測定だけに用いる光電装置は，この規格の対象外である。

注記 4 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を，次に示す。

IEC 61496-3:2008，Safety of machinery－Electro-sensitive protective equipment－Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR)（IDT）

なお，対応の程度を表す記号“IDT”は，**ISO/IEC Guide 21-1** に基づき，“一致している”ことを示す。

2 引用規格

（追加。第 1 部の **2.** によるほか，次の規格を適用する。）

JIS B 9704-1:2011 機械類の安全性－電気的検知保護設備－第 1 部：一般要求事項及び試験

注記 対応国際規格：**IEC 61496-1**:2004，Safety of machinery－Electro-sensitive protective equipment

－Part 1: General requirements and tests 及び Amendment 1 (2007)（IDT）

JIS B 9715:2006　機械類の安全性－人体部位の接近速度に基づく保護設備の位置決め

注記　対応国際規格：**ISO 13855**:2002，Safety of machinery－Positioning of protective equipment with respect to the approach speeds of parts of the human body（IDT）

JIS C 0025:1988　環境試験方法（電気・電子）温度変化試験方法

注記　対応国際規格：**IEC 60068-2-14**:1984，Environmental testing－Part 2: Tests－Test N: Change of temperature（MOD）

JIS C 6802:2005　レーザ製品の安全基準

注記　対応国際規格：**IEC 60825-1**:2001，Safety of laser products－Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide（IDT）

JIS C 60068-2-75:2004　環境試験方法－電気・電子－第 2-75 部：ハンマ試験

注記　対応国際規格：**IEC 60068-2-75**:1997，Environmental testing－Part 2-75: Tests－Test Eh: Hammer tests（IDT）

EN 471:2003-09，High-visibility warning clothing for professional use－Test methods and requirements

3　用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は，第 1 部によるほか，次による。

（置換え。第 1 部の **3.4** を次に置き換える。）

3.4

検出区域（detection zone）

最小要求検出確率（**4.2.12.2** 参照）を満たして指定の試験片を AOPDDR が検出できる区域。

（追加。第 1 部の用語に，次を追加する。）

3.301

拡散反射形能動的光電保護装置，AOPDDR（active opto-electronic protective device responsive to diffuse reflection）

その装置内の光電式投光器が発生する放射光が，規定の二次元検出区域に存在する対象物を照射して生じる拡散反射波を，光電受光器が検知することによって対象物を検出する装置（以下，AOPDDR という。）。

3.302

拡散反射形能動的光電保護装置検出能力（AOPDDR detection capability）

検出区域の中の規定の試験片（**4.2.13** 参照）を検出する能力。

注記　AOPDDR 検出能力に影響する要素は，**4.2.12.1** に示す。

3.303

許容差域（tolerance zone）

検出区域の外側又は近傍において指定の試験片（**4.2.13** 参照）の検出確率が要求値に満たない区域。

注記 1　許容差域は，検出区域内で指定の試験片を検出する確率が要求値を満たすことを保証するために考慮に加える必要がある。

注記 2　検出確率及び許容差域の概念については，**附属書 BB** を参照。

4　要求事項

次を除き第 1 部の **4.** による。

4.1 機能要求事項

（置換え。第 1 部の **4.1.3** を次に置き換える。）

4.1.3 ESPE のタイプ

この規格は，タイプ 3 の ESPE についてだけ規定する。タイプ 3 の ESPE が特定の用途に適するかどうかを判断することは，その機械の供給者及び／又は使用者の責任である。

タイプ 3 の ESPE は，この規格の **4.2.2.4** の障害検出要求事項を満たさなければならない。タイプ 3 の ESPE にあっては，正常運転状態においてその検知器が対象物を検知したとき，又は ESPE への電源が断たれたときに，少なくとも二つの OSSD の各出力回路がオフ状態にならなければならない。

（追加。次の **4.1.4** を追加する。）

4.1.4 検出能力限定区域

光学窓と検出区域開始点との間の領域は，検出能力限定区域とする。指定の用途において，検出能力限定区域が光学窓と検出区域との間に存在することによっていかなる危険源も生じないことが保証されるように，供給者は，検出能力限定区域の寸法及び使用上の適切な情報を提供しなければならない。

検出能力限定区域の外縁は，検出面内において光学窓から 50 mm を超えてはならない。

4.2 設計要求事項

4.2.2 障害検出に関する要求事項

4.2.2.2 タイプ 1 の ESPE への要求事項

（削除。第 1 部の **4.2.2.2** は適用しない。）

4.2.2.3 タイプ 2 の ESPE への要求事項

（削除。第 1 部の **4.2.2.3** は適用しない。）

4.2.2.4 タイプ 3 の ESPE への要求事項

（置換え。第 1 部の **4.2.2.4** によらず，次による。）

検知器内に AOPDDR が指定の検出能力を完全に失うような単一障害を生じたときは，ESPE は規定の応答時間以内にロックアウト状態にならなければならない。

注記 1 検出区域を走査する回転鏡を用いる AOPDDR では，検出区域及び許容差域の外側に置いた参照物体を走査することによってこの要求事項を満足させることがある。

AOPDDR 検出能力を規定値以下まで劣化させるような単一障害が発生したときは，AOPDDR は 5 秒以内にロックアウト状態にならなければならない。

注記 2 AOPDDR 検出能力の劣化の例には，次のものがある。

- 検出可能な対象物の最小寸法の増加
- 検出可能な最小反射率の増加
- 測定精度の低下

ESPE は，応答時間が規定値を超える，又は少なくも一つの OSSD がオフ状態に移行しなくなるような単一障害を生じたときは，応答時間内に，又は障害発生から一定時間後に次のことがあったときに，直ちにロックアウト状態にならなければならない。

- 検知機能が作動（対象物を検出）したとき。
- ESPE をオン又はオフしたとき。
- 起動インターロック又は再起動インターロックがある場合，それをリセットしたとき（第 1 部の **A.5** 及び **A.6** 参照）。
- 外部試験信号がある場合，それ（ロックアウトさせる信号）を入力したとき。

注記 3 外部試験信号は，例えば，ESPE 運用中の検知機能作動頻度（検出対象物が検出区域に侵入する頻度）が低いことが予想され，OSSD を試験的に状態変化させることによって OSSD 機能を確認するような特定の用途において必要である。

ロックアウト状態の原因になった障害が存続する間は，主電源の停電後の復電又は他のいかなる手段によっても ESPE のロックアウト状態をリセットできてはならない。

ESPE は，ESPE の危険側故障には至らない単一障害を検出できないまま，次に発生する障害によって危険側故障を起こしてはならない。この要求事項の検証については，**5.3.4** による。

4.2.2.5 タイプ 4 の ESPE への要求事項

（削除。第 1 部の **4.2.2.5** は適用しない。）

（追加。次の **4.2.12**～**4.2.16** を追加する。）

4.2.12 AOPDDR の完全性（integrity）

4.2.12.1 一般事項

AOPDDR の設計は，その検出能力が，次のいずれによっても，AOPDDR 供給者及びこの規格が規定する限度以下に劣化しないことを保証するものでなければならない。

- 構成部品の経時変化
- 構成品特性（例えば，受光器の感度）の許容誤差
- （例えば，光学系の）感度の距離依存性の変化
- 指定の限度までの調整
- AOPDDR の光学系及び機械系構成品の不安定な取付け
- 環境的妨害，特に次のようなもの。
  - **a)** システムノイズ
  - **b)** 第 1 部の **4.3.2** による電気的妨害
  - **c)** ハウジングの光学窓表面の汚染
  - **d)** ハウジングの光学窓表面の結露
  - **e)** 周囲温度
  - **f)** 周囲光
  - **g)** 背景（例えば，対象物と背景とのコントラスト）
  - **h)** 振動及びバンプ
  - **i)** 湿度
  - **j)** 電源電圧の変動及び停電
  - **k)** 投光ビームが周囲物体を照射したときの反射光。特に，複数の投受光器がある場合。

正常な運転状態（第 1 部の **5.1.2.1** 参照）において，単一障害（第 1 部の**附属書 B** 参照）だけでは AOPDDR が規定の検出能力を失うことはないが，上記の条件が重なり検出能力を失う場合には，それらの障害は，その条件の組合せにおける単一障害とみなし，AOPDDR は **4.2.2.4** の要求を満たすように単一障害に反応しなければならない。

注記 構成品の経時変化があっても要求事項を満足するための対策として，基準とする参照物体を走査する技術方策がある。同等の完全性が得られる他の技術方策を用いることも排除されない。

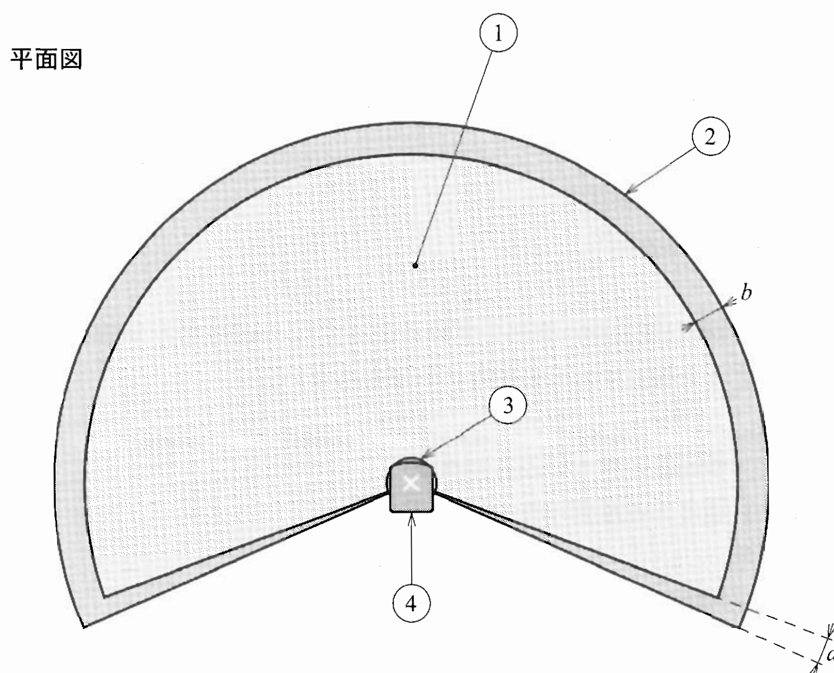
4.2.12.2 検出区域及び許容差域

供給者は，AOPDDR の許容差域を指定しなければならない。

許容差域を指定する場合，供給者は，例えば，信号対ノイズ比（S/N）の影響，並びにこの規格が示す

全ての影響及び供給者が指定する他の影響（環境の影響，部品の欠陥など）を考慮した測定値のばらつき（標準偏差σ）を含む最悪条件を考慮しなければならない。

許容差域は，系統的妨害，測定誤差，測定値の分解能などに依存する。検出区域内の対象物検出を保証するために許容差域を考慮する必要がある。**図 1** 及び**図 2** は，許容差域の例を示す。

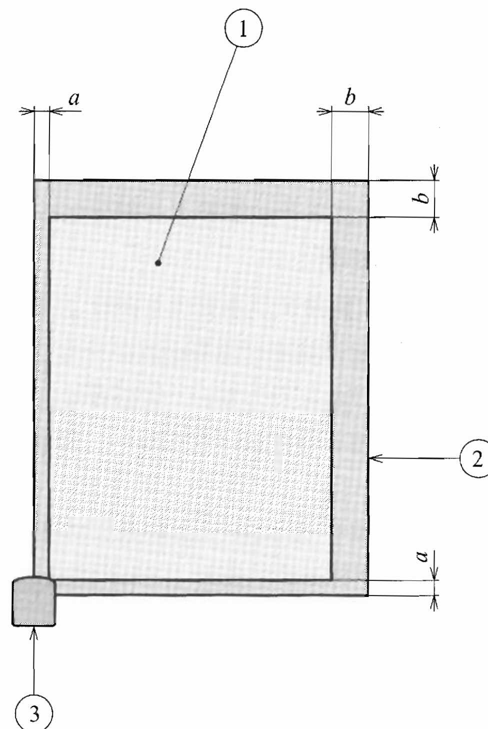


① 検出区域。この中では，指定の試験片が AOPDDR によって検出される確率が規定値を満足する。
② 許容差域。この中では，指定の試験片が AOPDDR によって検出される確率が規定値を満足する保証がない。
③ 検出能力限定区域。この中では，指定の試験片が AOPDDR によって検出される確率が規定値を満足する保証がない。
④ AOPDDR

注記 1 許容差域の各部分の大きさは，例えば，試験片の直径及びビーム位置に関係することに注意しなければならない（**図 1** の a 参照）。
b の値は，例えば，AOPDDR の距離測定誤差（測定精度）によって決まる。

注記 2 検出区域の原点は，白抜き×印で示す。

図 1－AOPDDR の検出区域－例 1



① 検出区域
② 許容差域
③ AOPDDR

注記 *a* の値は，例えば，試験片の直径及びビーム位置に依存する。*b* の値は，例えば，距離測定誤差（測定精度）に依存する。

図 2－AOPDDR の検出区域－例 2

試験片（**4.2.13** 参照）は，それが検出区域内のどこにあっても最小“$1-2.9\times10^{-7}$（$=0.999\,999\,71$）”の確率で検出できなければならない。この検出確率を達成するために，検出区域の外側に許容差域を考慮する（図 **BB.2** 参照）。このように許容差域を検出区域から排除することによって，測定誤差があっても検出区域内の試験片は指定の確率で検出される。

注記 1 許容差域は，検出区域に含まない。

注記 2 この規格で用いる検出確率は，測定誤差（測定精度）に依存するものであって，装置の故障確率とは関係しない。

注記 3 AOPDDR の検出区域を 2 組以上の投受光器によって形成する場合には，その AOPDDR が，各投受光器のフィールドが接する付近で検出能力が低下しないことを保証するために，特別な注意が必要となることがある。

検出区域と許容差域との境界（検出区域の外縁）に試験片を置いたとき，この試験片の距離の測定値は，黒色から白色までの任意の反射率の試験片を用いた測定値の分布の中央値（メディアン）でなければならない。供給者は，用いた試験片の反射率及び計算書を明示しなければならない。この要求事項は，供給者の書類の検査によって検証することができる。

測定値分布の中心が検出区域と許容差域の境界にあるときは，

－ 距離測定誤差分布が確率だけに依存し，系統的なバイアス（偏り）誤差がない。

－ かつ，距離測定誤差分布が正規分布のように左右対称な分布である。

注記 4　距離測定誤差及び許容差域の値は，必ずしも一定ではない。例えば，測定距離の関数となることもある。

注記 5　検出区域を自動設定する機能をもつ AOPDDR の許容差域を決定するときは，設定した検出区域の大きさに対応する距離測定誤差を考慮する必要がある（**A.11** 参照）。

注記 6　**附属書 BB** は，距離測定誤差と検出確率との関係について補足の情報を示す。

4.2.12.3　走査の形状，周波数及び応答時間

供給者は，検出区域の関連パラメタ（距離及び走査角を含む。）を指定しなければならない。走査の幾何光学形状及び／又は走査周波数は，規定の検出可能最小直径をもつ試験片が検出区域内の最大距離にあるとき確実に検出されるように決定しなければならない。供給者は，AOPDDR の対象物の検出可能最小寸法として，30～200 mm の範囲の値を指定しなければならない。対象物の検出可能最小寸法には距離依存性があってもよい。

注記 1　対象物の検出可能最小寸法を 30～200 mm の範囲に制限することは，現在の AOPDDR 用途例に基づいている。この範囲外の検出能力（検出可能最小直径）をもつ AOPDDR に対しては，追加の要求事項が必要となることがある。

ESPE は，検出可能な最小寸法をもつ対象物が静止しているときも，検出区域内を 1.6 m/s 以内の任意の速度で動いているときも，それを規定の応答時間以内に検出しなければならない。

応答時間は，特に走査周波数及び対象物の動きの最悪条件を考慮して，供給者が決定しなければならない。供給者仕様が，1.6 m/s を超える指定の速度で動く対象物を AOPDDR が検出できるとする場合は，指定の最大速度以下のいかなる速度においても要求事項を満足しなければならない。

注記 2　検出能力は，AOPDDR の光ビーム走査設計に依存する。設計の一例としては，最大検出区域と許容差域とを含む範囲内にある規定の試験片を一つのビーム全体が照射し，隣り合う二つのビーム中心の間隔（最初と最後のものは除く。）が試験片直径の半分を超えないように走査密度を設計する。このような条件を満たさない走査設計では，特に対象物の動きを考慮した場合に，**5.2.1.2** 及び **5.2.11** に従って上記の検出要求に対する検証が難しくなることがある。

注記 3　応答時間の計算例を **AA.5** に示す。

AOPDDR の検出区域境界上の任意の点から受光器に至る光路上の全ての点は，検出区域（**4.2.12.2** 参照）又は検出能力限定区域（**4.1.4** 参照）の内部になければならない。

4.2.13　タイプ試験のための試験片

4.2.13.1　一般事項

試験片は，AOPDDR の一部である。したがって，箇条 **5** のタイプ試験に用いる試験片は供給者が用意しなければならない。試験片には，それを用いる AOPDDR の形式及び識別を表示しなければならない。

試験片の直径は，規定の最大検出能力（検出可能最小直径）と同じ値にしなければならない。AOPDDR の検出能力によっては，試験のために 30～200 mm の範囲内で別の直径（指定した最大検出能力に相当する直径と異なる直径）の試験片が必要となることがある。

注記　次に規定する試験片の最小有効長（0.3 m）は，使いやすさを考慮して決めたものである。

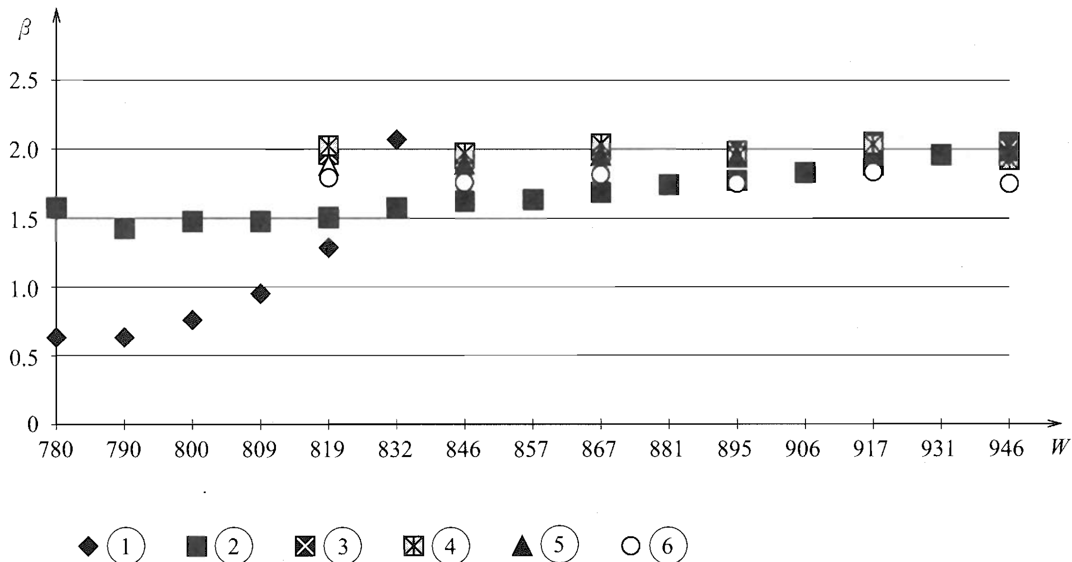
4.2.13.2　黒色試験片

黒色試験片は，最小有効長 0.3 m の円柱とする。試験片の表面は，通常の条件下で投光器の波長において，測定誤差を含めて 1.6～2.0 %の拡散反射率をもたなければならない。この値は，測定によって検証しなければならない。黒色試験片の拡散反射率を計算に用いる場合には，1.8 %の公称値を用いなければなら

ない。

注記 図**3**は，黒色試験片の反射率を決定するための調査結果を示す。

実施者：Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz，53754 Sankt Augustin，Germany



① 黒色ベルベット MG 20/5
② 黒色上質コーデュロイ MG 0/5
③ 黒色プラスチック MG 0/5
④ 黒色ゴム長靴 MG 20/5
⑤ 黒色合成材料 MG 20/5
⑥ 黒色靴革 MG 20/5
W 波長（nm）
β 拡散反射率（%）

注記 例えば，測定の設定角度 MG 0/5 は，入射角 0° 及び観察角 5° を表す。入射角は被試験材の表面が照射光となす角である。観察角は，被試験材の観察方向が照射光の入射方向となす角である。

図 3－材料の最小拡散反射率

4.2.13.3 白色試験片

白色試験片は，最小有効長 0.3 m の円柱とする。その試験片表面は，投光器の波長において 80～90 %の範囲の拡散反射率をもたなければならない。

4.2.13.4 再帰反射試験片

再帰反射試験片は，最小有効長 0.3 m の円柱とする。その試験片表面の素材は，再帰反射特性をもつものでなければならない。その素材は，**EN 471** のクラス 2 又は同等の再帰反射要求事項に適合しなければならない。

注記 **EN 471** の**表 5** には，照射角 5°，観察角 0.2°（12′）で，330 $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$ としたクラス 2 の材料に対する再帰反射の最小反射係数を規定している。

4.2.14 波長

AOPDDR は，820～946 nm の範囲の波長で作動しなければならない。

注記 この波長範囲は，衣服の材料からの反射を検出するために適切であるとする研究，及び光学部

品を入手しやすいことに基づいている。

4.2.15　放射強度

AOPDDR が発生・投光する放射ビームの強度は，構成品故障がある場合でも **JIS C 6802** に規定するクラス 1M レーザの最大出力又は最大エネルギー レベルを超えてはならない。クラス 1 レーザとしてのマーキングは，**JIS C 6802** の **5.2** に適合しなければならない。

4.2.16　機械的構造

構成品の位置ずれによって検出能力が供給者指定の限界値以下に低下する可能性がある場合には，これらの構成品の固定方法は，摩擦だけに頼るものであってはならない。

注記　追加の固定手段なしに長だ円形の取付け穴を用いると，例えばバンプのような機械的影響によって検出区域の変化をもたらす可能性がある。

4.3　環境要求事項

（追加。第 1 部の **4.3** によるほか，次の**注記**を追加する。）

注記　これらの要求事項は，特定用途［例えば，AGV（無人搬送車），フォークリフト，移動式機械などの移動体に搭載する使用］に対しては十分でないことがある。

4.3.1　周囲温度範囲及び湿度

（追加。第 1 部の **4.3.1** によるほか，次による。）

ESPE は，急激な温度変化及び光学窓に結露を招くような湿度にさらされたとき，危険側故障を起こしてはならない。

この要求事項は，**5.4.2** の結露試験によって検証する。

4.3.3　機械的環境

（追加。次の **4.3.3.3**～**4.3.3.4** を追加する。）

4.3.3.3　温度変化

ESPE は，**5.4.4.3** の試験後，損傷（ずれ及び／又は光学窓の亀裂を含む。）を生じることなく，正常運転状態を継続できなければならない。

4.3.3.4　耐衝撃性

4.3.3.4.1　正常運転状態

ESPE は，**5.4.4.4.2** の試験後，損傷（ずれ及び／又は光学窓の亀裂を含む。）を生じることなく，正常運転状態を継続できなければならない。

4.3.3.4.2　危険側故障

ESPE は **5.4.4.4.3** の試験後，危険側故障を起こしてはならない。

4.3.4　エンクロージャ

（追加。第 1 部の **4.3.4** によるほか，次による。）

エンクロージャを確実に固定する手段を備えなければならない。

光学部品を内蔵する AOPDDR のエンクロージャは，供給者指定のとおりに取り付けたとき，少なくとも IP65（**JIS C 0920** 参照）の保護等級を満足しなければならない。

（追加。耐環境要求事項として，次の **4.3.5**～**4.3.10** を追加する。）

4.3.5　AOPDDR の受光器等の光学部品における光干渉

ESPE は，次の光にさらされたとき正常な運転状態を続けなければならない。

－　白熱電球光

－　高周波電子式電源で作動する蛍光灯光

－ 同一設計の AOPDDR からの投光（AOPDDR 供給者から干渉回避のための取付上の制約が示されていないとき。）

ESPE は，次の光を受けたときに危険側故障を起こしてはならない。

－ 高輝度の白熱電球光（ハロゲン電球，石英電球を用いた模擬昼光）
－ 定格電源で作動する蛍光灯光，及び高周波電子式蛍光灯光
－ ストロボ光
－ 同一設計の AOPDDR からの投光
－ せん（閃）光灯

これらの要求事項は，**5.2.1.2** 及び **5.4.6** の試験によって検証する。

4.3.6 汚染の影響

供給者は，指定の検出能力を維持するうえで許容できる光学窓の均一汚れの最大レベルを，透過率の形で指定しなければならない。

AOPDDR は，検出系本体の受信エネルギーが均一汚れによって 30 %減少しても正常な作動を続けなければならない。

投受光器と AOPDDR 検出区域開始点との間の汚染（光学部品を含む）が，汚染によって指定の検出能力が失われるほど悪化したときは，OSSD がオフ状態にならなければならない。

これらの要求事項は，**5.4.7** の試験によって検証する。

注記 **5.4.7** に規定する試験は，全ての起こり得る汚染の種類，例えば，油，グリース，加工中の材料など，を包含しているとは限らない。

指定の検出能力低下を検出するための全ての汚染監視手段は，この規格の関連要求事項の全てに適合しなければならない。

4.3.7 背景の影響

背景からの妨害（干渉）によって許容差域の大きさが指定値を超えてはならない。この要求事項は，**5.4.8** の試験によって検証する。

注記 1 背景妨害が規定値を超えたとき OSSD をオフにするような許容最大反射率を供給者が指定し，AOPDDR 自体によって背景妨害を監視することによって，規定値より高い反射率をもつ材料による背景の影響を除くことができる。

注記 2 測定結果に悪影響を与えるおそれがある背景の例には，コーナキューブ反射器，タイル，金属板，白紙などがある。

注記 3 再帰反射器は，検出能力及び測定誤差（測定精度）の試験においては背景の一つとする（**5.4.8** 参照）。背景にある再帰反射器が測定を阻害するような特定の用途では，許容差域を広げる代わりに他の手段を用いることがある。

4.3.8 人為的妨害

人が AOPDDR ハウジングの光学窓及び他の部分（あれば）を覆ったことによって，又は検出能力限定区域（**4.1.4** 参照）内に物を置いたことによって検出能力が劣化した状態で ESPE の運転を継続できてはならない。そのような場合には，OSSD が 5 秒以内にオフ状態となり，人為的妨害が除去されるまでオフ状態を継続しなければならない。

AOPDDR を **A.12** の垂直接近の全身検出トリップ装置として用いる場合，及び **A.13** の垂直接近する人の部位を検出するために用いる場合は，人為的妨害が行われたとき OSSD は指定の作動時間内にオフ状態になり，人為的妨害が除去されるまでオフ状態を継続しなければならない。これらの要求は，**5.4.9** の試験に

よって検証する。

4.3.9 検出区域における光学的遮蔽

検出区域内に小さな物体が存在しても，AOPDDR は検出能力を維持しなければならない。このことは，分析及び **5.4.10** による試験によって検証しなければならない。ソフトウェア フィルタを用いる場合には，この分析はフィルタ アルゴリズムの検査を含まなければならない。

注記 ソフトウェア フィルタは，例えば，機械の運転の信頼性（機械の稼働率）を向上させるために小さな物体を無視する目的で用いることがある。

4.3.10 構成品の経時変化

検出能力を規定値以下まで低下させるような構成品の特性変動又は経時変化が生じたときに，ESPE が危険側故障を起こしてはならない。このような変化は 5 秒以内に検出して ESPE をロックアウト状態にしなければならない。

基準とする参照物体を構成品の経時変化及び特性変動の監視に用いる場合は，参照物体の特性（例えば，反射率）の変化によって ESPE に危険側故障が起きてはならない。構成品の経時変化及び特性変動の監視に用いる参照物体は，AOPDDR の一部として AOPDDR 供給者が提供しなければならない。

5 試験方法

次を除き，第 1 部の **5.**を適用する。

5.1 一般事項

5.1.1.2 運転条件

（追加。第 1 部の **5.1.1.2** によるほか，次による。）

試験に用いる検出区域の大きさについて他に異なる規定がなく，AOPDDR が検出区域設定手段を備えている場合は，試験に用いる区域を次のように設定しなければならない。

－ 1.0 m の半径，長さ及び幅（又はこれらに相当する要素）をもつ検出区域

－ 許容差域の追加

注記 例えば，検出区域を 1.0 m，許容差域を 0.2 m とすれば，試験用区域は 1.2 m となる。

指定の最大検出距離が 1.0 m 未満の AOPDDR に対しては，1.0 m の代わりに指定の距離を用いなければならない。

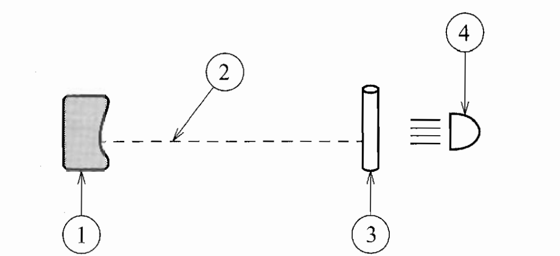
検出区域設定手段をもたない AOPDDR に対しては，その固定の検出区域を全ての試験に用いなければならない。

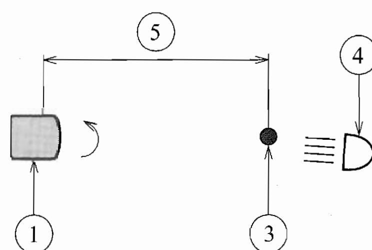
試験の間，試験片は AOPDDR の検出区域面に垂直に置くものとする。**図 4**～**図 10** は，検出能力の完全性及び光干渉の試験に適用可能な配置を示す。

5.1.2.2 測定精度

（次の項目を追加。）

－ 光強度（照度）の測定：±10 %

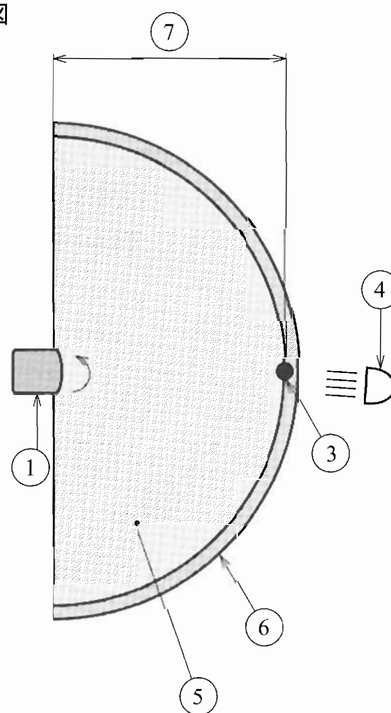


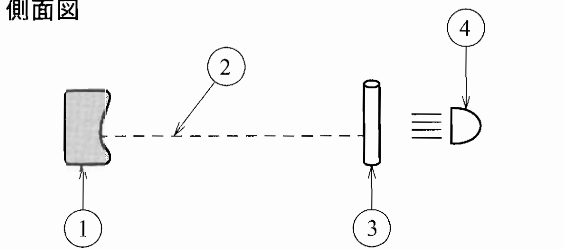


① AOPDDR
② 検出面
③ 試験片
④ 光源
⑤ 1.0 m 及び最大距離

注記 図 **4** は，**5.2.1.2.2** の試験に適用可能な配置を示す。

図 4－白熱電球光による検出能力への影響試験－例 1



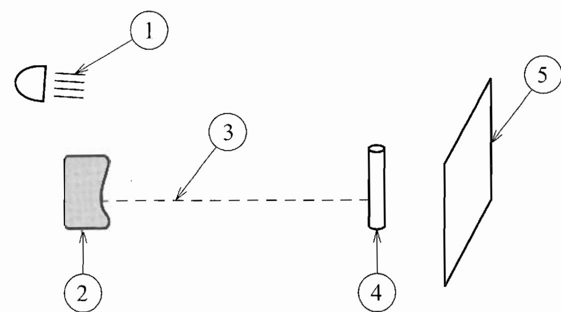


① AOPDDR
② 検出面
③ 試験片
④ 光源
⑤ 検出区域
⑥ 光干渉に関連する許容差域
⑦ 1.0 m 及び最大距離

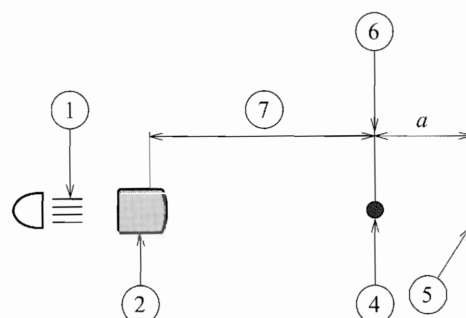
注記 図 **5** は，**5.2.1.2.2** の試験に適用可能な配置を示す。

図 5－白熱電球光による検出能力への影響試験－例 2

側面図



平面図



① 光源
② AOPDDR
③ 検出面
④ 試験片
⑤ 背景（拡散反射面，0.5 m×0.5 m）
⑥ 検出面内における反射光の照度測定試験（試験片なしで測定）
⑦ 1.0 m 及び最大距離

注記 1 **図 6** は，**5.2.1.2.3** による試験が可能な配置を示す。

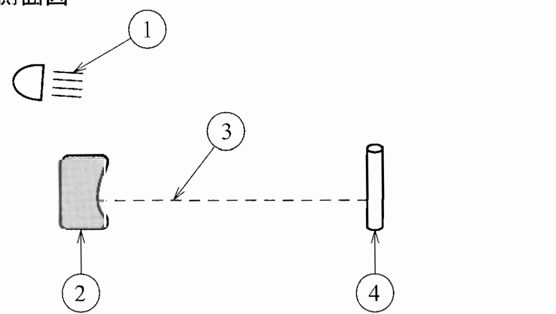
注記 2 a=0.4 m，ただし，少なくとも背景が物体として検出されないような値。

注記 3 この例では，測定誤差（測定精度）に及ぼす干渉光の影響を試験するので，**図 6** に検出区域は示さない。

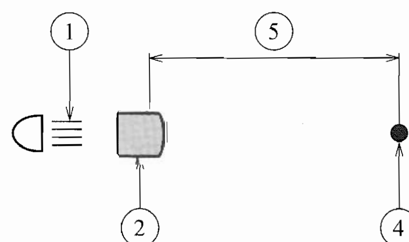
注記 4 この試験に用いる背景の反射係数は，AOPDDR が用いる波長及び照度測定に用いる波長の範囲において変化してはならない。

図 6－背景反射光による検出能力への影響試験

側面図



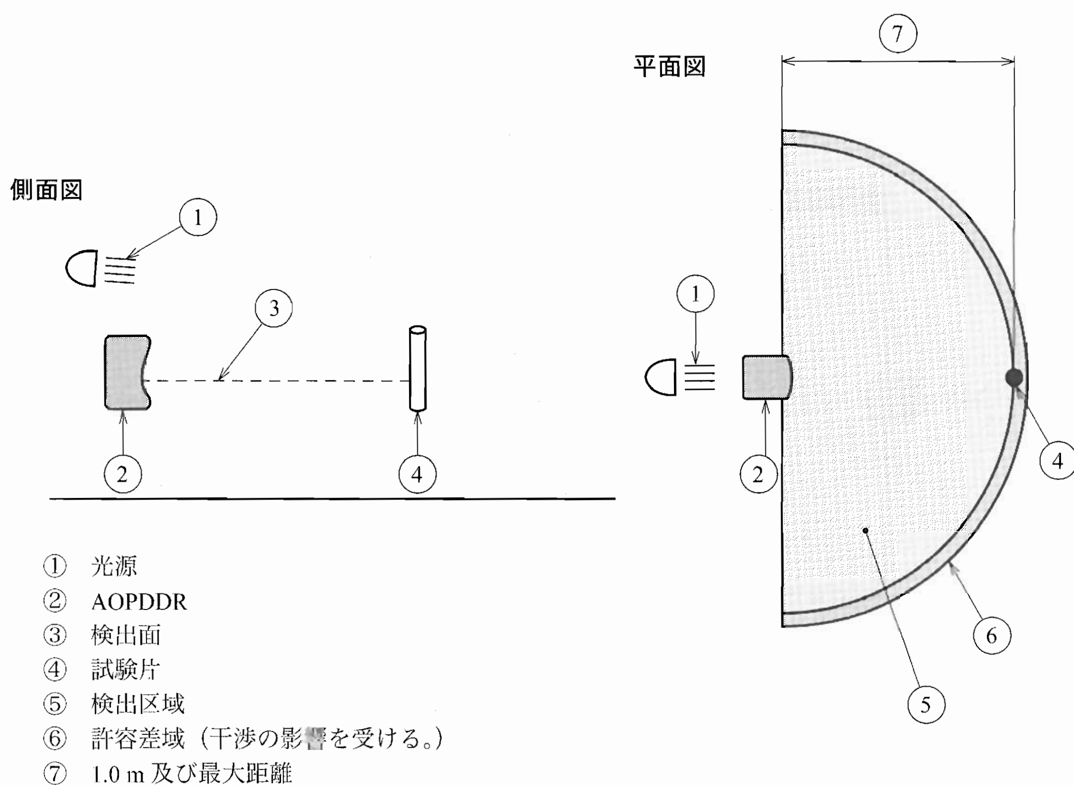
平面図



① 光源
② AOPDDR
③ 検出面
④ 試験片
⑤ 1.0 m 及び最大距離

注記 **図 7** は，**5.2.1.2.4** による試験に適用可能な配置を示す。

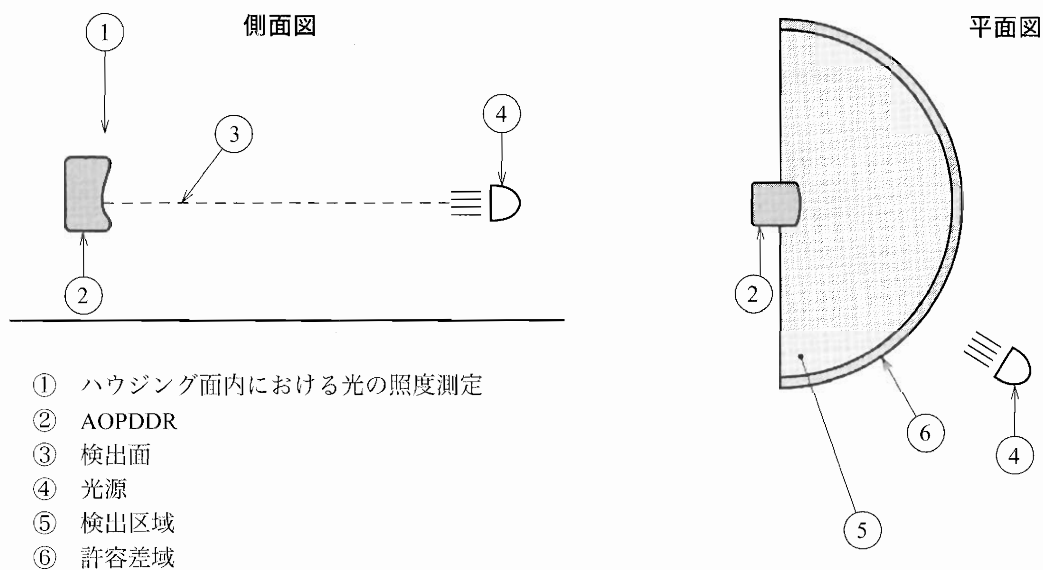
図 7－ストロボ光による検出能力への影響試験－例 1



① 光源
② AOPDDR
③ 検出面
④ 試験片
⑤ 検出区域
⑥ 許容差域（干渉の影響を受ける。）
⑦ 1.0 m 及び最大距離

注記 **図 8** は，**5.2.1.2.4** による試験に適用可能な配置を示す。

図 8－ストロボ光による検出能力への影響試験－例 2

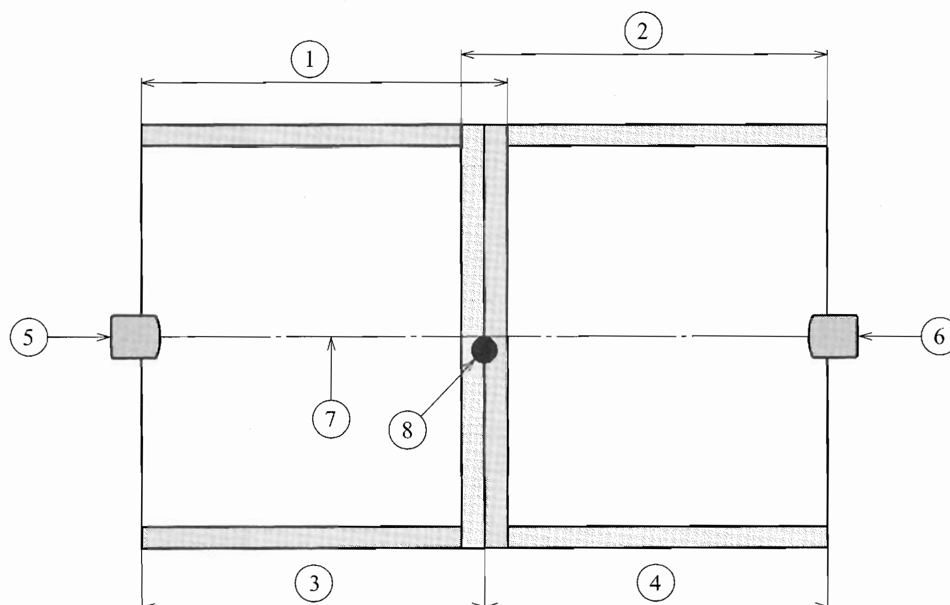


① ハウジング面内における光の照度測定
② AOPDDR
③ 検出面
④ 光源
⑤ 検出区域
⑥ 許容差域

注記 **図 9** は，試験 **5.4.6.4.1**，**5.4.6.4.2**，**5.4.6.5.2**，**5.4.6.5.3**，**5.4.6.6.2** 及び **5.4.6.8.2** に適用可能な配置を示す。

図 9－光干渉試験

平面図



① AOPDDR"A"の検出区域＋許容差域。この試験の許容差域は，試験環境に適合しなければならない。
② AOPDDR"B"の検出区域＋許容差域。この試験の許容差域は，試験環境に適合しなければならない。
③ AOPDDR"A"の検出区域
④ AOPDDR"B"の検出区域
⑤ AOPDDR"A"
⑥ AOPDDR"B"
⑦ ビーム中心線
⑧ 試験片。試験片は，両方の AOPDDR の検出区域内にある。

注記 **図 10** は，試験 **5.4.6.7.2**（試験片なし）及び試験 **5.4.6.7.3**（試験片あり）に適用可能な配置を示す。

図 10－同一設計の 2 個の AOPDDR 間の干渉試験

5.2 機能試験

5.2.1 検知機能

（置換え。第 1 部の **5.2.1** によらず，次の **5.2.1.1**～**5.2.1.3** による。）

5.2.1.1 一般事項

検知機能及び検出能力の完全性は，次のことを考慮して試験（**5.2.1.2** 及び **5.2.1.3** 参照）によって指定のとおりに検証しなければならない。

－ **5.2.1.2.1** に規定する系統的分析。
－ 試験は，規定の試験片の軸が指定の検出区域内に置かれたときに検出されることを検証しなければならない。
－ 試験は，供給者が指定した許容差域の大きさ（距離測定誤差）を検証しなければならない。
－ 各試験の回数，選択及び条件は，**4.2.12.1** の要求事項を検証できるものでなければならない。

表 1 は，最小限実施する試験項目の一覧を示す。

表 1－検出能力の検証に最小限必要な試験（**4.2.12.1** も参照）

	試験	条件	AOPDDR の検出区域開始点と試験片軸の間の距離（**図 1** 参照）					
			最小検出距離（MPD） **注記 6** 参照 **注記 7** 参照	MPD＋0.1 m **注記 6** 参照 **注記 7** 参照	0.5 m	1.0 m	1.0 m ごと	最大範囲
a	反射率	黒色試験片（**4.2.13.2** 参照）	○	○	○	○	○	○
b	反射率	白色試験片（**4.2.13.3** 参照）	○	○	○	○	○	○
c	反射率	再帰反射試験片（**4.2.13.4** 参照）	○	○	○	○	○	○
d	構成品の経時変化	**注記 1** 参照				○		
e	構成品の検出不能障害	**注記 1** 参照				○		
f	供給電圧変動と停電を除く電気的妨害	第 1 部の **4.3.2**，**5.2.3.1** 及び **5.4.3** を適用				○		
g	供給電圧変動及び停電	黒色試験片（**4.2.13.2** 参照）						○
h	ハウジングの光学窓表面の汚染	**注記 1** 参照				○		
i	周囲温度変化	50 ℃又は最大（**注記 2** 参照）						○
j	周囲温度変化	0 ℃又は最小，非結露（**注記 3** 参照）						○
k	湿度	この規格及び第 1 部の **5.4.2** 適用				○		
l	光干渉	**表 2** 参照：光干渉試験一覧				○		
m	背景妨害	その設計の最悪条件で黒色試験片と背景との間の距離（**注記 4** 参照） 背景反射率： **a)** コーナキューブ反射器（**注記 5** 参照） **b)** 1.8～5 % **c)** **a)** と **b)** 間の他の反射率（関連する場合）						 ○ ○ ○
n	振動及びバンプ	この規格及び第 1 部の **5.4.4** 適用				○		

注記 1 構成品の経時変化，構成品の検出不能障害及びハウジング光学窓表面の汚染の影響は，耐久試験の中で検証する。そうでない場合，追加試験が必要となる。

注記 2 試験槽内の AOPDDR－試験槽を開く－1 分以内に試験開始。

注記 3 試験槽内の AOPDDR－試験槽を開く－結露なし試験。

注記 4 背景は，**図 14** に示したように配置しなければならない。

注記 5 **4.3.7** の**注記 1** 及び **5.4.8** も参照。

注記 6 物理的な制約のために規定の距離がとれない場合は，試験片は規定の距離にできるだけ近い検出面に置かなければならない。

注記 7 黒色試験片の場合，検出能力限定区域の寸法を加えなければならない。

注記 8 表中の○印は試験実施項目であることを示す。

5.2.1.2　検出能力の完全性

5.2.1.2.1　一般事項

AOPDDR が指定の検出能力を維持すること又は危険側故障を起こさないことを検証しなければならない。検証は，**4.2.12.1** に規定する全ての条件の組合せ及び **5.3.4** に規定する障害反応条件を考慮に入れて実施しなければならない。AOPDDR の設計を系統的分析して検証しなければならない。適切な場合及び／又は必要な場合は試験を実施して検証しなければならない。系統的分析の結果から，箇条 **5** の中のどの試験に応答時間の測定を追加する必要があるかを決定しなければならない。

検出能力の完全性を検証するために必要な測定の条件及び回数の決定には，**5.2.1.1** に示す試験の目的を考慮しなければならない。検出区域内における検出能力の完全性を検証するためには，少なくも**表 1** 及び**表 2** に示す一連の測定を必要な各位置で行わなければならない。2 組以上の投受光器をもつ AOPDDR においては，一般に各投受光器に対する測定が必要となる。検証のために測定値が必要な場合，各試験結果は試験片の各位置における最少 1 000 回の測定に基づくものでなければならない。

注記 1　測定値の記録及び分析を含む試験を行うために，製造業者が提供する特別なツールの使用が必要になることがある。

5.2.1.2.2～**5.2.1.2.4** の試験の設定は，試験に供する AOPDDR の特性に適応するものでなければならない。光干渉試験は，少なくとも，黒色試験片（**4.2.13.2** 参照）を用いて，AOPDDR と試験片との間の距離が，1.0 m 及び最大検出距離（検出区域最大時）に対して行わなければならない。光干渉試験の試験順序は，次による。

－　試験開始前に，試験片を要求される距離に置く。**図 5** 又は**図 8** による試験においては検出区域の境界に置く。
－　起動インターロック又は再起動インターロックは，**図 5** 又は**図 8** による試験が行われている間中，作動させてはならない。
－　**図 5** 又は**図 8** による試験が行われている間，AOPDDR は正常運転状態にあり，OSSD はオフ状態になければならない。
－　干渉光源を点灯する。
－　試験を 3 分間続ける。

注記 2　本質的な設計条件（例えば，AOPDDR の光学－機械系の構造）によっては，別な距離において追加の測定が必要となることがある。

注記 3　AOPDDR 自体の診断及び設定ツール（例えば，ソフトウェア）を，これらの測定のために用いてもよい。

5.2.1.2.2　白熱電球光の影響

白熱電球光が検出能力の完全性に及ぼす影響は，**図 4** 又は**図 5** に示す配置で試験しなければならない。**図 4** に従って試験する場合，検出能力の完全性を検証するためには測定値が必要である。**図 5** に従って試験する場合，ESPE はその試験手順を実施する間，オフ状態を維持しなければならない。

1.0 m の作動距離で試験する場合には，光の強さ（照度）は，AOPDDR の光学窓において測定しなければならない。最大作動距離で試験する場合には，光の強さは，試験片から AOPDDR の方向に 1.0 m の距離における検出面で測定しなければならない。干渉光は，受光器の光軸（一つ又は二つ以上）に沿って向けなければならない。検出能力の完全性（測定誤差）に及ぼす白熱電球光の影響試験は，次のように行わなければならない。

－　光の強さは，AOPDDR が正常運転状態を保持できる範囲で最大値 3 000 lx にできるだけ近い値にする。

－ 妨害直接光の強さが 1 500 lx を下回らなければ AOPDDR が正常運転状態を維持できないときは，拡散反射表面をもつ 0.5 m×0.5 m の反射板を用いて，AOPDDR への反射光に対する追加試験を行わなければならない。この反射板は，検出区域及び許容差域の外側に置かなければならない。この試験に用いる反射板の拡散反射係数は，AOPDDR が用いる波長範囲及び照度測定に用いる波長範囲において，80 %より大きくしなければならない。この追加試験の光の強さは 3 000 lx（AOPDDR が正常運転状態を保つうえで許容する最大値）にできるだけ近い値にしなければならない。

注記 干渉光源，試験片及び AOPDDR の相対位置関係が検出能力に影響することがある。例えば，干渉光レベルが急激に変化してから AOPDDR が正常に復するまでに一定の回復時間が必要であるために，干渉光源の点滅直後に試験片を走査したときに検出能力が失われることがある（**図 4** 及び**図 5** 参照）。

5.2.1.2.3 背景に反射した白熱電球光の影響

背景に反射した白熱電球光が検出能力の完全性に及ぼす影響は，**図 6** に示す配置を用いて試験しなければならない。試験は，AOPDDR が正常運転状態を保つ限界となる最大照度レベルで実施しなければならない。この照度は最小でも 1 500 lx でなければならない。3 000 lx を超えても AOPDDR が正常運転状態を保つときは 3 000 lx とする。反射光の照度測定は，検出面において試験片の軸上で行わなければならない。

検出能力の完全性（測定誤差）に及ぼす白熱電球光の影響に関するこれらの試験は，次の条件で行わなければならない。

－ 光は，**5.4.6.2** に示す白熱電球光源によって発生させる。
－ 光源は，検出区域及び許容差域の外側に置く。
－ 光は，できるだけ検出面に近くに沿うように向ける。

5.2.1.2.4 ストロボ光の影響

検出能力の完全性に及ぼすストロボ光の影響は，**図 7** 又は**図 8** に示す配置を用いて試験しなければならない。**図 7** によって試験する場合は，その検出能力の完全性を検証するために測定値が必要である。**図 8** によって試験する場合は，ESPE は，その試験手順を実施する間オフ状態を維持しなければならない。光の強さの測定は 50 Hz で行わなければならない。試験は，3 分の間に 5～200 Hz に直線的に増加するせん（閃）光周波数で行わなければならない。フラッシュ管の位置は，その試験の間一定にしなければならない。

検出能力の完全性に及ぼすストロボ光の影響試験は，次の条件で行わなければならない。

－ 光は，**5.4.6.2** に示すストロボ光源によって発生させる。
－ **図 7** 及び**図 8** に示すように，光源は試験片から 3 m の位置に置く。AOPDDR が正常運転状態を保てないときは，正常運転を保てる位置まで光源を離す。
－ 光源は，検出区域及び許容差域の外側に置く。
－ 光は，できるだけ検出面近くに沿うように向ける。

5.2.1.3 検出能力の耐久試験

次の耐久試験を行うことによって，検出能力の耐久性を検証しなければならない。**5.2.1.2** に従って実施した試験及び分析の結果を，この試験に用いる最悪条件及び適切な試験片（**4.2.13** 参照）を決定するために用いなければならない。

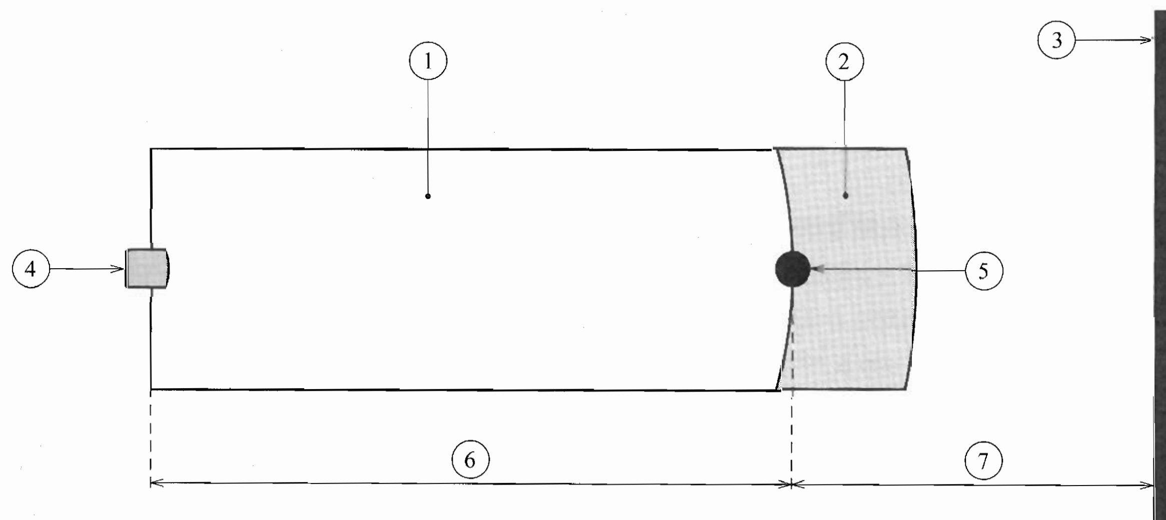
第 1 部の **5.2.3.3** による限定機能試験 B（B 試験）を，決定した最悪条件の下で ESPE を連続運転状態にして行う。試験片は最悪条件の位置に置き，この位置に 150 時間保持する。最悪条件の位置が二つ以上ある場合は，試験片を各位置に置いた試験を行わなければならない。検出能力限定区域が存在する可能性も

考慮しなければならない。

注記 1 最悪条件を模擬するためにハードウェア及びソフトウェア（ある場合）を変更してもよい。

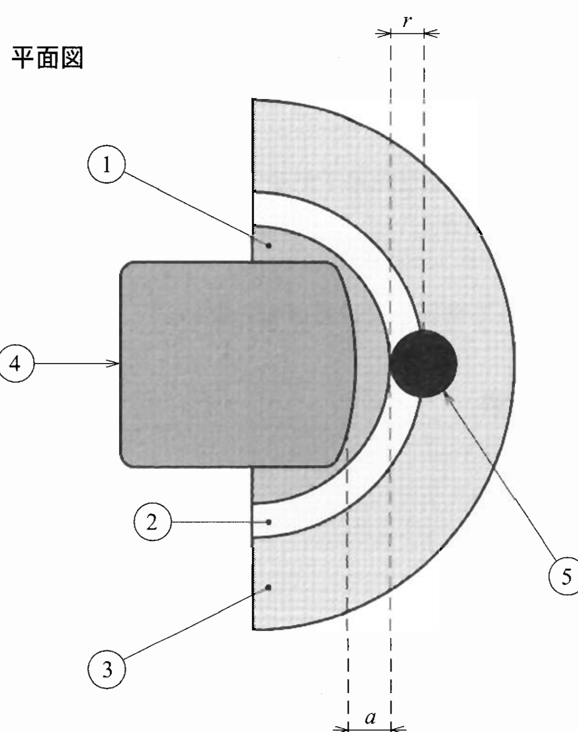
注記 2 試験の配置例を，**図 11** 及び**図 12** に示す。

平面図



① 設定した検出区域
② 許容差域
③ 最悪条件の反射率をもつ背景（背景が測定値に影響するとき）。
④ AOPDDR。AOPDDR は，例えば，光学窓の汚れ（均一及び斑点状の検出されない最大限の汚れ），構成品の経時変化による最大限の劣化などを伴う。
⑤ 試験片。黒色試験片の場合は白色試験片の場合よりも信号対ノイズ比（S/N）が低くなる。
⑥ 検出区域の最大範囲
⑦ AOPDDR の設計に依存する距離

図 11－耐久試験のための配置－例 1



① 検出能力限定区域
② 設定された検出区域
③ 許容差域
④ AOPDDR。AOPDDR は，例えば，光学窓の汚れ（均一及び斑点状の検出されない最大限の汚れ），構成品の経時変化による最大限の劣化などを伴う。
⑤ 試験片。黒色試験片の場合は白色試験片の場合よりも信号対ノイズ比（S/N）が低くなる。

注記 1 $a \leqq 50$ mm（**4.1.4** による。）

注記 2 r＝試験片半径

図 12－耐久試験のための配置－例 2

5.2.3 限定機能試験

5.2.3.1 一般事項

（追加。第 1 部の **5.2.3.1** によるほか，次による。）

他に異なる規定がない限り，限定機能試験には **4.2.13.2** 又は **4.2.13.3** の試験片を用いなければならない。

（追加。次の **5.2.9**～**5.2.14** を追加する。）

5.2.9 タイプ試験用の試験片

試験片の指定の反射率（値）は，供給者の書類（試験結果に基づくもの）の検査又は測定によって検証しなければならない。この規格の関連要求事項に適合する場合は，別の反射率の試験片を用いてもよい。

5.2.10 距離測定誤差

距離の測定誤差及び許容差域を決定するための供給者の計算結果は，**5.2.1** による検出能力測定の結果と比較することによって正確性及び妥当性を検証しなければならない。

5.2.11 走査の形状，周波数及び応答時間

走査形状及び走査周波数に関連する要求事項は，分析及び／又は測定によって検証しなければならない。応答時間の計算値は，接近速度，最悪条件となる接近方向，走査原理などを分析して検証しなければなら

ない。必要な場合，追加の静的及び動的測定を行わなければならない。

5.2.12 波長

発光波長は，発光器の試験成績書の検査又は測定によって検証しなければならない。

5.2.13 放射強度

放射強度は，**JIS C 6802** による測定及び投光素子供給者の書類の検査によって検証しなければならない。クラス 1 レーザとしてのマーキングが正しいことを検証しなければならない。

5.2.14 機械的構造

4.2.16 の要求事項は，検査によって検証しなければならない。

5.3 障害状態の性能試験

5.3.2 タイプ 1 の ESPE の検証試験

（削除。第 1 部の **5.3.2** は適用しない。）

5.3.3 タイプ 2 の ESPE の検証試験

（削除。第 1 部の **5.3.3** は適用しない。）

5.3.4 タイプ 3 の ESPE の検証試験

（追加。第 1 部の **5.3.4** によるほか，次による。）

検出能力に影響する構成品の特性漂動又は経時変化が，**4.3.10** に従って OSSD を 5 秒以内にオフ状態にすることを検証しなければならない。

5.3.5 タイプ 4 の ESPE の検証試験

（削除。第 1 部の **5.3.5** は適用しない。）

5.4 環境試験

5.4.2 周囲温度変化及び湿度

（追加。第 1 部の **5.4.2** によるほか，次による。）

ESPE に対して，次の結露試験を実施しなければならない。

－ ESPE に定格電圧を供給し，周囲温度 5 ℃の試験槽に 1 時間保持する。

－ 2 分以内に，周囲温度 25±5 ℃，相対湿度（70±5）%の状態まで変化させる。

－ C 試験（第 1 部の **5.2.3.4** 参照）を，黒色試験片（**4.2.13.2** 参照）を用いて 10 分間実施する。

－ 再起動インターロックがある場合，C 試験の間これを無効にする。

－ C 試験をしている間，ESPE が指定の検出能力を保つことを検証するために，

  a) **5.1.1.2** に示すように検出区域を設定し，AOPDDR と試験片軸との間の距離 1.0 m で ESPE を作動させる。又は，

  b) 測定値を用いて検証する。

5.4.4.1 振動

（追加。第 1 部の **5.4.4.1** によるほか，次による。）

振動試験の終わりに，AOPDDR の光学窓に損傷（ずれ及び／又は亀裂を含む。）がないことを点検しなければならない。

検出区域の検出面の方向性，大きさ又は位置が変化していないことを試験によって検証しなければならない。

5.4.4.2 バンプ

（追加。第 1 部の **5.4.4.2** によるほか，次による。）

バンプ試験の終わりに，AOPDDR の光学窓に損傷（ずれ及び／又は亀裂を含む。）がないことを点検し

なければならない。

検出区域の検出面の方向性，寸法又は位置が変化していないことを，試験によって検証しなければならない。

（追加。次の **5.4.4.3**～**5.4.4.4** を追加する。）

5.4.4.3　温度変化

ESPE は，**JIS C 0025** に従って次の条件による試験 Na を実施しなければならない。

－　低位温度 T_A：－25 ℃

－　高位温度 T_B：70 ℃

－　4 サイクル

－　温度サイクル中は，ESPE に電源を投入しない。

－　持続時間 t_1：60 分

－　試験後，AOPDDR の光学窓に損傷（ずれ及び／又は亀裂を含む。）がないことを点検する。

－　ESPE の正常運転の継続が可能であることを検証するために，第 1 部の **5.1.2.1** による試験環境で B 試験（第 1 部の **5.2.3.3** 参照）を実施する。

5.4.4.4　ハンマ試験

5.4.4.4.1　一般事項

ESPE は，次の数値及び条件を用いて **JIS C 60068-2-75** による試験を実施しなければならない。

－　3 回の打撃を加える。

－　堅固な支持平板に通常の手段によって ESPE を取り付けた状態で行う。

－　初期測定は行わない。

－　検出平面内にある光学窓の中心に打撃力を向ける姿勢で行う。

－　打撃を加える間は ESPE に電源を投入しない。

5.4.4.4.2 の試験を，**5.4.4.3** の温度変化試験の完了後，かつ，**5.4.5** の試験前に実施しなければならない。

5.4.4.4.3 の試験を，**5.4.5** の試験の完了後に実施しなければならない。

5.4.4.4.2　正常運転の確認

ESPE が，**JIS C 60068-2-75** による打撃を加えた後も正常運転の継続が可能であることを試験する。次の数値及び条件を用いなければならない。

－　0.5 J の打撃エネルギー

－　試験に引き続き，AOPDDR を点検する。光学窓に，ずれ又は亀裂があってはならない。

－　指定の検出能力が打撃によって低下すると推定される各位置に試験片を置いて B 試験（第 1 部の **5.2.3.3** 参照）を実施する。

5.4.4.4.3　危険側故障の確認

ESPE が，**JIS C 60068-2-75** による打撃を加えた後に危険側故障を起こさないことを試験する。次の数値及び条件を用いなければならない。

－　2.0 J の打撃エネルギー

－　試験に引き続き，AOPDDR の光学窓に，ずれ及び／又は亀裂を点検する。

－　指定の検出能力が打撃によって低下すると推定される各位置に試験片を置いて C 試験（第 1 部の **5.2.3.4** 参照）を実施する。

5.4.5　エンクロージャ

（置換え。第 1 部の **5.4.5** によらず，次による。）

この規格の**4.3.4**の保護等級に関する要求事項は，**5.4.4**の試験（**5.4.4.4.3**は除く。）の完了後に**JIS C 0920**に従って試験しなければならない。**4.3.4**のその他の要求事項は，点検によって検証しなければならない。

（追加。次の**5.4.6**～**5.4.10**を追加する。）

5.4.6　AOPDDRの受光器等の光学部品への光干渉

5.4.6.1　一般事項

5.4.6.4～**5.4.6.6**に規定するAOPDDRの受光器及びその他の光学部品における光干渉の影響についての試験は，他に異なる指定がない限り次の一般条件のもとで実施しなければならない。

－　光源は，検出区域及び許容差域の外側に置く。

－　光は，できるだけ検出面の近くに沿って向ける。

－　干渉光は，受光器（一つ又は二つ以上）の光軸に沿うように向ける。

－　光の照度測定は，AOPDDRのハウジング面で実施する。

試験の配置は，供試のAOPDDRの特性に適応するものでなければならない。AOPDDRの受光器に対する光干渉の試験に適用できる配置を**図 9**に示す。全ての試験は，黒色試験片（**4.2.13.2**参照）を用いて実施しなければならない。B試験（第1部の**5.2.3.3**参照）及びC試験（第1部の**5.2.3.4**参照）の実施中，試験片は，干渉光を遮断しないように検出区域に導入し，AOPDDRから一定の距離を保ちながら検出区域の中を約0.1 m/sの速度で移動させなければならない。

5.4.6.4.3，**5.4.6.4.4**，**5.4.6.5.4**，**5.4.6.5.5**及び**5.4.6.6.3**に規定する試験は，検知又は距離測定のために必要な光学部品以外にも干渉光の影響を受ける光学部品をもつAOPDDRだけに実施する。これらの試験は，**図 9**と同等の試験配置によって実施しなければならない。光干渉によるESPEの危険側故障の有無を確認するために（例えば，光干渉があるときに汚染監視手段を原因とするESPEの危険側故障がないかを検証するために）試験条件の組合せ又は追加の必要性を決定するために，光学部品の特性及びその意図する機能の分析を実施しなければならない。

注記　光学部品には，投光器，受光器，反射器，レンズなど，AOPDDRの一部として備えるものがある。

表 2は，光干渉試験の一覧を示す。

表 2－光干渉試験一覧

<table>
<tr><th>細分箇条</th><th>関連試験</th><th>光源</th><th>光の照度 E
lx</th><th>測定位置</th><th>図</th><th>試験
手順</th><th>備考</th></tr>
<tr><td>5.2.1.2.2</td><td rowspan="3">測定精度</td><td rowspan="2">白熱電球</td><td>E≦3 000
注記 1 参照</td><td>5.2.1.2.2
参照</td><td>4
又は
5</td><td>－</td><td>測定には図 4 を適用できる。反射光を使う追加試験が必要となることもある（5.2.1.2.2 参照）。</td></tr>
<tr><td>5.2.1.2.3</td><td>1 500≦E≦3 000
注記 1 参照</td><td rowspan="2">試験片を含む面内</td><td>6</td><td>－</td><td>背景による反射光</td></tr>
<tr><td>5.2.1.2.4</td><td>ストロボ</td><td>－</td><td>7
又は
8</td><td>－</td><td>測定には図 7 を適用できる。</td></tr>
<tr><td>5.4.6.4.1</td><td>正常運転</td><td rowspan="4">白熱電球</td><td>1 500</td><td rowspan="2">AOPDDR の受光器の前</td><td rowspan="2">9</td><td>1</td><td>5.4.6.4.1 の a) 又は b) の追加試験が必要となることもある。</td></tr>
<tr><td>5.4.6.4.2</td><td>危険側故障</td><td>3 000</td><td>2</td><td>5.4.6.4.2 の a) 又は b) の追加試験が必要となることもある。</td></tr>
<tr><td>5.4.6.4.3</td><td>正常運転</td><td>1 500</td><td rowspan="2">他の受光器の前</td><td>－</td><td>1</td><td>注記 2 参照</td></tr>
<tr><td>5.4.6.4.4</td><td>危険側故障</td><td>3 000</td><td>－</td><td>2</td><td>注記 2 参照</td></tr>
<tr><td>5.4.6.5.2</td><td>正常運転</td><td rowspan="4">蛍光灯</td><td>－</td><td>－</td><td rowspan="2">9</td><td>1</td><td>最小検出区域。ただし，検出区域＋許容差域≧0.2 m</td></tr>
<tr><td>5.4.6.5.3</td><td>危険側故障</td><td>－</td><td>－</td><td>2</td><td>最大検出区域に置いた試験片にて</td></tr>
<tr><td>5.4.6.5.4</td><td>正常運転</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td>1</td><td>注記 2 参照
最小検出区域。ただし，検出区域＋許容差域≧0.2 m</td></tr>
<tr><td>5.4.6.5.5</td><td>危険側故障</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td>2</td><td>注記 2 参照
最大検出区域に置いた試験片にて</td></tr>
<tr><td>5.4.6.6.2</td><td rowspan="2">危険側故障</td><td rowspan="2">ストロボ</td><td rowspan="2">－</td><td rowspan="2">－</td><td>9</td><td rowspan="2">3</td><td></td></tr>
<tr><td>5.4.6.6.3</td><td>－</td><td>注記 2 参照</td></tr>
<tr><td>5.4.6.7.2</td><td>正常運転</td><td rowspan="2">同一
AOPDDR</td><td>－</td><td>－</td><td rowspan="2">10</td><td>－</td><td>据付上該当しない場合は不要。試験片なしでの A 試験とする。</td></tr>
<tr><td>5.4.6.7.3</td><td>危険側故障</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td>OSSD はオン状態であってはならない。</td></tr>
<tr><td>5.4.6.8.2</td><td rowspan="2">危険側故障</td><td rowspan="2">せん（閃）光灯</td><td rowspan="2">－</td><td rowspan="2">－</td><td>9</td><td rowspan="2">3</td><td></td></tr>
<tr><td>5.4.6.8.3</td><td>－</td><td>注記 2 参照</td></tr>
<tr><td colspan="8">注記 1　3 000 lx は，AOPDDR が正常運転を継続するために耐えるべき干渉光の最大値。
注記 2　受光器以外の光学部品に対する干渉試験。</td></tr>
</table>

5.4.6.2　光源

光源には，次のものを用いなければならない。

a)　白熱電球光源：次の直線形タングステン ハロゲン電球（石英電球）

－　色温度：3 000～3 200 K

－　入力電力：500 W～1 kW の定格電力

－　定格電圧：100～250 V の間の任意の電圧

－　供給電圧：48～62 Hz までの正弦波交流で，定格電圧の±2 %の電圧

－　長さ：150～250 mm（公称値）

電球には，最小寸法が 200 mm×150 mm で，波長 400～1 500 nm において均一な反射率（±5 %）をもつ，つや消し仕上げのパラボラ形反射器を取り付けなければならない。

注記 1　この光源は，スペクトル分布が分かっており，変調特性は予測可能（電源周波数の 2 倍）であり，波長に対してほぼ均一強度のビームを生成する。太陽光及び作業場の白熱電球光照明の模擬に用いられる。

b)　蛍光灯光源：次の直線形蛍光管

－　寸法：T8×1 200 mm（公称径 25 mm）

－　定格電力：30～40 W

－　色温度：5 000～6 000 K

次の電子安定器と組み合わせて，反射器又は拡散反射板なしで，定格供給電圧±2 %で用いる。

－　作動周波数：30～40 kHz

－　蛍光管に対応する定格電力

注記 2　上記と異なる蛍光灯光源，例えば，作動周波数が異なる電子安定器式蛍光灯光源は，異なる試験結果をもたらすことがある。したがって，光干渉試験には，上記以外の蛍光灯光源，又は異なる蛍光灯光源の影響を模擬する光源発生器の使用も考慮することが望ましい。

c)　せん（閃）光灯光源：次のキセノンフラッシュ管使用の光源（エンクロージャ，反射板又はフィルタなし。）

－　フラッシュ持続時間：40～120 μs（光強度半減までの時間）

－　フラッシュ周波数：0.5～2 Hz

－　フラッシュごとの入力エネルギー：3～5 J

d)　ストロボ光源：次のキセノンフラッシュ管使用のストロボスコープ（エンクロージャ，反射板又はフィルタなし。）

－　フラッシュ持続時間：5～30 μs（光強度半減までの時間）

－　フラッシュ周波数：5～200 Hz（可変）

－　フラッシュごとの入力エネルギー：0.05 J（200 Hz）～0.5 J（5 Hz）

5.4.6.3　試験順序

5.4.6.4～**5.4.6.6** の光干渉試験に用いる**試験手順 1**～**試験手順 3** は，次による。A 試験，B 試験及び C 試験の定義は，第 1 部の **5.2.3.2**，**5.2.3.3** 及び **5.2.3.4** による。

試験手順 1：

1)　ESPE を正常運転状態にする。

2)　干渉光を点灯する。

3)　B 試験を行う。

4) ESPE の電源を 5 秒間遮断してから再投入する。起動インターロックがある場合は，リセットする。

5) B 試験を行う。

6) 干渉光を消灯する。

7) B 試験を行う。

試験手順 2：

1) ESPE を正常運転状態にする。

2) 干渉光を点灯する。

3) C 試験を 1 分間繰り返す。

4) ESPE の電源を 5 秒間遮断して再投入する。起動インターロックがある場合は，リセットする。

5) C 試験を 1 分間繰り返す。

6) 干渉光を消灯する。

7) C 試験を 1 分間繰り返す。

試験手順 3：

1) ESPE を正常運転状態にする。

2) 干渉光を点灯する。

3) C 試験を 3 分間繰り返す。

5.4.6.4　光干渉試験－白熱電球光源

5.4.6.4.1　正常運転の確認－AOPDDR 受光器への干渉

5.4.6.2 の白熱電球光源を用いて受光器面に 1 500 lx±10 %の照度を与え，**5.4.6.3** の**試験手順 1** によって試験する。

ESPE は，試験手順がオフ状態にあることを要求しているときにオン状態になってはならない。試験手順がオン状態にあることを要求しているときにオフ状態になる場合は，次の追加試験 **a)** 及び **b)** を実施しなければならない。

a) 次の条件で **5.4.6.3** の**試験手順 1** を行う間，ESPE は正常運転状態を続けなければならない。

5.4.6.2 の白熱電球光源を，ESPE に検出されない範囲でできるだけ検出面近くに置く。ESPE と光源との間の距離は，ESPE が A 試験をパスする最小の距離とする。AOPDDR の受光器面で測定した光の照度が 1 500 lx に満たない条件で試験を行った場合は，ESPE 附属の説明書に，使用時に白熱電球光源からの干渉を回避する必要性についての説明を含めなければならない［箇条 **7 ppp)** 参照］。

b) 次の条件で **5.4.6.3** の**試験手順 1** を行う間，ESPE は正常運転状態を続けなければならない。

5.4.6.2 の白熱電球光源を検出面内に置く。ESPE と光源との間の距離は ESPE が A 試験をパスする最小の距離とする。AOPDDR の受光器面で測定した照度が 1 500 lx に満たない条件で試験を行った場合は，ESPE 附属の説明書に，使用時に白熱電球光源からの干渉を回避する必要性についての説明を含めなければならない［箇条 **7 ppp)** 参照］。

5.4.6.4.2　危険側故障の確認－AOPDDR 受光器への干渉

5.4.6.2 の白熱電球光源を用いて受光器面に 3 000 lx±10 %の照度を与える。

5.4.6.3 の**試験手順 2** を行う間，ESPE は危険側故障を起こしてはならない。

この試験において，3 000 lx±10 %の照度を得るために，光源を検出区域及び許容差域の内部に置く必要がある場合には，次の追加試験 **a)** 及び **b)** を実施しなければならない。

a) 次の条件で **5.4.6.3** の**試験手順 2** を行う間，ESPE は危険側故障を起こしてはならない。

5.4.6.2 の白熱電球光源を用いて受光器面に 3 000 lx±10 %の光の照度を与える。光源は，ESPE に検

出されない範囲でできるだけ検出面に近い位置に置く。

b) 次の条件で **5.4.6.3** の**試験手順 2** を行う間，ESPE は危険側故障を起こしてはならない。試験片の軸を検出区域の最も遠い境界上に置いて C 試験を行わなければならない。

5.4.6.2 の白熱電球光源を検出区域及び許容差域の外側においてできるだけ許容差域境界近くの検出面延長上に置く。(この場合の照度は，3 000 lx±10 %でなくてもよい。)

5.4.6.4.3　正常運転の確認－他の光学的部品への干渉

5.4.6.2 の白熱電球光源を用いて受光器以外の光学部品に 1 500 lx±10 %の照度を与える。

5.4.6.3 の**試験手順 1** を行う間，ESPE は正常運転状態を続けなければならない。

5.4.6.4.4　危険側故障の確認－他の光学的部品への干渉

5.4.6.2 の白熱電球の光源を用いて受光器以外の光学部品に 3 000 lx±10 %の照度を与える。

5.4.6.3 の**試験手順 2** を行う間，ESPE は危険側故障を起こしてはならない。

5.4.6.5　光干渉試験－蛍光灯光源

5.4.6.5.1　一般事項

蛍光管の中央部及び両端部（陰極付近及び陽極付近）からの光を用いて三通りの試験を実施しなければならない。

注記　蛍光灯光源を用いる試験の一つの目的は，周波数の高い光に対する AOPDDR の感受性を確認することである。

5.4.6.5.2　正常運転の確認－AOPDDR 受光器への干渉

検出区域の大きさを設定可能な最小値にして試験する。ただし，検出区域及び許容差域を合計した距離は 0.2 m 以上とする。**5.4.6.2** の蛍光灯光源を検出区域及び許容差域の外側のできるだけ許容差域の境界の近くに置く。

5.4.6.3 の**試験手順 1** を行う間，ESPE は正常運転状態を継続しなければならない。

5.4.6.5.3　危険側故障の確認－AOPDDR 受光器への干渉

検出区域の大きさを設定可能な最大値にする。**5.4.6.2** の蛍光灯光源を検出面内で AOPDDR のハウジングから 0.2 m の距離に置き，**5.4.6.3** の**試験手順 2** を実施する。試験の間 ESPE は危険側故障を起こしてはならない。C 試験は，試験片の軸を検出区域の最も遠い境界に置いて行わなければならない。

注記　この試験の間は，干渉光源の蛍光管本体は一つの物体として検出されてもよい。

5.4.6.5.4　正常運転の確認－他の光学的部品への干渉

検出区域を設定可能な最小値にする。ただし，検出区域と許容差域とを合計した距離は，0.2 m 以上とする。**5.4.6.2** の蛍光灯光源を，受光器以外の光学部品が光干渉の影響を受け得るような平面上で AOPDDR ハウジングから 0.2 m の距離に置く。この平面が AOPDDR の検出面と一致するとき又は近いときは，蛍光灯光源は，蛍光管本体が検出されない範囲でできるだけ検出面に近く，かつ，ハウジングから 0.2 m 以上の距離に置く。

5.4.6.3 の**試験手順 1** を実施する。試験の間，ESPE は正常運転状態を続けなければならない。

5.4.6.5.5　危険側故障の確認－他の光学的部品への干渉

検出区域の大きさを設定可能な最大値にする。**5.4.6.2** の蛍光灯光源を，受光器以外の光学的部品が光干渉の影響を受け得るような平面上で AOPDDR ハウジングから 0.2 m の距離に置く。

5.4.6.3 の**試験手順 2** を実施する。試験の間，ESPE が危険側故障を起こしてはならない。C 試験は，試験片の軸を検出区域の最も遠い境界に置いて行わなければならない。

注記　この試験の間は，干渉光源の蛍光管本体は一つの物体として検出されてもよい。

5.4.6.6 光干渉試験－ストロボ光源

5.4.6.6.1 一般事項

試験は，フラッシュ周波数が 5～200 Hz まで直線的に増加するストロボ光源を用いて 3 分間実施しなければならない。3 分の間 C 試験を連続的に繰り返さなければならない。C 試験は，試験片の軸を検出区域の最も遠い境界に置いて行う。フラッシュ管の位置は，試験の間一定にする。

5.4.6.6.2 危険側故障の確認－AOPDDR 受光器への干渉

5.4.6.2 のストロボ光源を検出面内で AOPDDR ハウジングから 3.0 m の距離に置き，**5.4.6.3** の**試験手順 3** を実施する。試験の間，ESPE は危険側故障を起こしてはならない。

5.4.6.6.3 危険側故障の確認－他の光学的部品への干渉

5.4.6.2 のストロボ光源を，受光器以外の光学部品が光干渉の影響を受け得るような平面上で AOPDDR ハウジングから 3.0 m の距離に置く。

5.4.6.3 の**試験手順 3** を実施する。試験の間，ESPE は危険側故障を起こしてはならない。

5.4.6.7 同一設計の投光器による光干渉試験

5.4.6.7.1 一般事項

同一設計の AOPDDR 相互の光干渉試験を行う場合は，二つの AOPDDR を，分析によって決定した最悪条件の位置及び向きに取り付けなければならない。このような試験に適用できる配置を**図 10** に示す。

注記 1 **5.4.6.7.3** の試験に対して，この試験の最悪条件には，**図 10** に示すように，最大検出区域が接する，AOPDDR が互いに向き合う，向き合うビーム中心線の直近に試験片が置かれる，などが含まれる。

注記 2 次の **5.4.6.7.2** 及び **5.4.6.7.3** の試験には，一方の AOPDDR の投光ビームが，他方の AOPDDR の受光器に正しく向くように装置の正確な位置決めが必要である。正確な位置決めのためには赤外線カメラを用いるとよい。

5.4.6.7.2 正常運転の確認

同一設計の二つ以上の AOPDDR 相互の干渉回避方策（例えば，特殊な取付条件）に関する説明を使用上の情報に含めてもよい。使用上の情報に供給者が取付上の制約を指示しないときは，**図 10** の配置（試験片なし）で，同一設計の AOPDDR の投光器からの放射が双方の AOPDDR 受光器に向かうようにして，二つの ESPE に対して A 試験を 4 時間実施しなければならない。

5.4.6.7.3 危険側故障の確認

図 10 の配置（試験片あり）で，同一設計の AOPDDR の投光器からの放射を他方の AOPDDR の受光器に向けたとき，ESPE に危険側故障が生じてはならない。この試験は両方の ESPE に対して 4 時間実施しなければならない。試験中いずれの ESPE の OSSD もオン状態になってはならない。

5.4.6.8 光干渉試験－せん（閃）光灯光源

5.4.6.8.1 一般事項

せん（閃）光灯の位置は試験の間一定にする。試験片の軸を検出区域の最も遠い境界に置いて，C 試験を実施しなければならない。

5.4.6.8.2 危険側故障の確認－AOPDDR 受光器への干渉

5.4.6.2 のせん（閃）光灯を検出面内で AOPDDR ハウジングから 3.0 m の距離に置いて，**5.4.6.3** の**試験手順 3** を実施する。試験の間，ESPE は危険側故障を起こしてはならない。

5.4.6.8.3 危険側故障の確認－他の光学部品への干渉

5.4.6.2 のせん（閃）光灯を，受光器以外の光学部品が光干渉の影響を受け得るような平面上で AOPDDR

ハウジングから 3.0 m の距離に置く。

5.4.6.3 の**試験手順 3** を実施する。試験の間，ESPE は危険側故障を起こしてはならない。

5.4.7 汚染の影響試験

5.4.7.1 一般事項

汚染の影響に対する耐性を試験するために，斑点状汚れ及び均一汚れを模擬して **5.4.7.2** 及び **5.4.7.3** の試験を実施しなければならない。特殊な汚染監視手段をもつ AOPDDR に対してはこれだけの試験では十分でないことがある。そのような場合には，指定の検出能力を検証するための追加試験を実施しなければならない。一例として，参照物体の反射率又は光学部品の光透過率の変化についての考察が必要となることがある。汚染の監視手段に対する温度の影響には特別の注意を払わなければならない。

5.4.7.2 試験用不透明斑点を用いる汚れ試験

斑点状汚れに対する耐性試験は，次のように実施しなければならない。

- 斑点状汚れを，次の三つの異なる直径の試験用不透明斑点を用いて模擬する。
  - ・ ハウジング面における投光器ビームの（平均）直径の半分
  - ・ ハウジング面における受光器ビームの（平均）直径の半分
  - ・ 10 mm
- 投光器ビームの波長における試験用斑点の拡散反射係数は，18〜22 %の範囲になければならない。
- 試験の間，試験用斑点は，AOPDDR の検出能力試験に対して適切な位置に置く。
- 模擬した斑点状汚れが 5 秒以内に OSSD をオフ状態にする，又は指定の検出能力を低下させないことを確認する。
- 模擬した汚れが OSSD をオフ状態にするときは，再起動インターロック（あるとき）の作動又は電源の投入によって OSSD がオン状態にならないことを確認する試験を実施しなければならない。再起動インターロックがあるときは，模擬した汚れを除去しても OSSD はオフ状態を維持しなければならない。

注記 1 この規格では，投光器ビーム（ガウスレーザビーム）の直径は，強度レベルが $1/e^2$ となる直径で定義する。[e（自然対数の底）は，2.718]。

注記 2 この規格では，受光器ビームの直径は，光学窓面における受光器の光学的開口径で定義する。

5.4.7.3 投光器及び受光器のビーム領域の均一汚れ試験

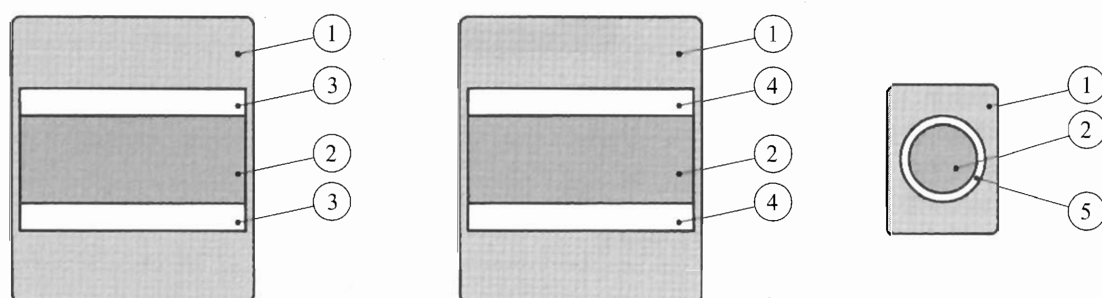
均一汚れに対する耐性試験は，次のように実施しなければならない。

- 均一汚れは，1 mm 当たりに 4 本以上の線密度をもつ灰色中間調のはく（箔）片を用いて模擬する。はく片によって生じる反射が試験結果に影響してはならない。
- 曲面の光学窓をもつ AOPDDR の場合には，はく片がハウジングの光学窓の投光及び受光のビーム領域の 45°の円弧を覆わなければならない。平面の光学窓をもつ AOPDDR の場合には，ハウジングの光学窓の投光及び受光のビーム領域の 25 %を覆い，最小限ハウジングの受光ビーム開口径を覆わなければならない。
- 試験の間，はく片は，投光器及び受光器のビーム領域内で AOPDDR の検出能力に影響する位置に置かなくてはならない。詳細は**図 13b** を参照。
- 供給者が指定した限界を超えるように模擬した均一汚れが，5 秒以内に OSSD をオフ状態にするかどうかを試験する。
- 検出系の受信エネルギーが，模擬した均一汚れによって 30 %低下しても，AOPDDR が正常運転状態を継続するかどうかを試験する。

－ 模擬した汚れがOSSDをオフ状態にするときは，再起動インターロック（あるとき）の作動又は電源投入によってOSSDがオン状態にならないことを検証する試験を実施しなければならない。再起動インターロックがあるときは，模擬した汚れを除去してもOSSDはオフ状態を維持しなければならない。

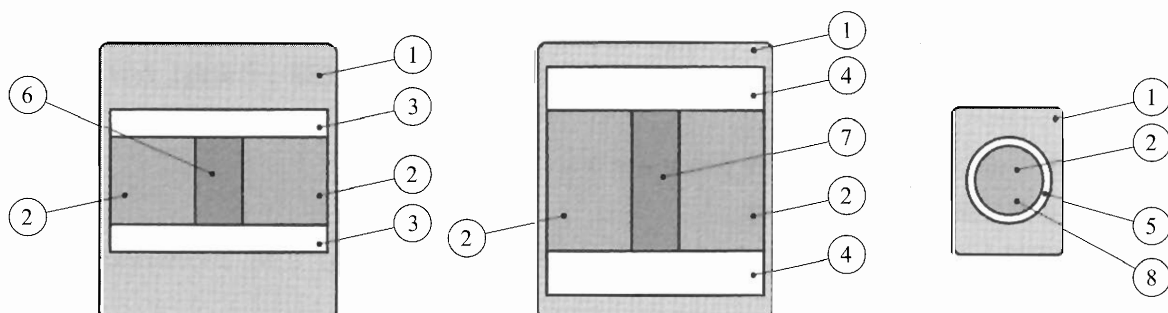
注記 1 均一汚れの模擬には，同等の汚れを与える材料（例えば，粉末）を使用できる。

注記 2 例えば，ほこりの多い環境で用いる特定の用途では，AOPDDRの光学窓の汚れの蓄積速度は，AOPDDRの取付方向と位置に影響されることがある。



① AOPDDR（正面図）
② 光学窓の投光・受光領域
③ 曲面光学窓
④ 平面光学窓
⑤ 受光器ビームとほぼ同じ大きさの光学窓

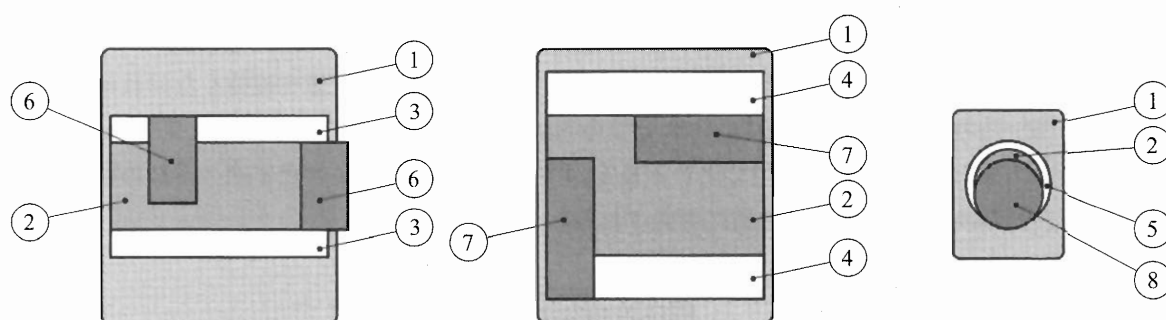
図 13a－均一汚れの模擬に用いる異なる設計の AOPDDR ハウジング及び光学窓の例（はく片なし）



① AOPDDR（正面図）
② 光学窓の投光・受光領域
③ 曲面光学窓
④ 平面光学窓
⑤ 受光器ビームとほぼ同じ大きさの光学窓
⑥ 45° はく片
⑦ 25 %はく片
⑧ 最小はく片

図 13b－均一汚れの模擬に用いる異なる設計の AOPDDR ハウジング及び光学窓の例（正しいはく片位置）

図 13－均一汚れ試験



① AOPDDR（正面図）
② 光学窓の投光・受光領域
③ 曲面光学窓
④ 平面光学窓
⑤ 受光器ビームとほぼ同じ大きさの光学窓
⑥ 45° はく片（正しくない位置）
⑦ 25 %はく片（正しくない位置）
⑧ 最小はく片（正しくない位置）

図 13c－均一汚れの模擬に用いる異なる設計の AOPDDR ハウジング及び光学窓の例（正しくないはく片位置）

図 13－均一汚れ試験（続き）

5.4.8 背景の影響試験

検出区域内の試験片の測定に背景が影響する場合には，供給者は背景の影響に関する最悪条件を明示しなければならない。

背景による検出能力への妨害試験は，次の背景を用いて **5.2.1.2** 及び**表 1** に従って実施しなければならない。

a) 3 300 $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$ 以上の反射係数をもつコーナキューブ反射器。

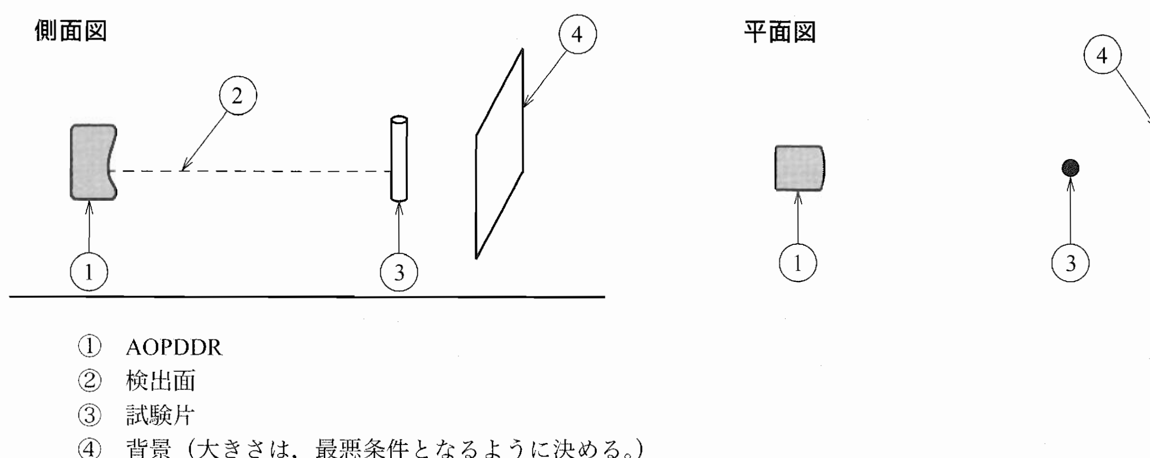
b) 1.8～5 %の反射係数の拡散反射物体。

c) 背景が検出能力に大きな影響を及ぼすと推定される場合には，上記の **a)** と **b)** との間の反射率をもつ他の適切な背景材料。

試験片と背景との間の最悪条件の距離は，測定によって決定しなければならない。

AOPDDR が監視する最大の背景反射率を供給者が指定した場合は，指定の最大反射率を超える背景反射が指定の時間内に OSSD をオフ状態にすることを検証する試験を実施しなければならない。この場合，上記の **a)** による妨害試験は，コーナキューブ反射器の代わりに指定の最大反射率の背景を用いて，検出区域に検出対象物の侵入がないときには OSSD がオン状態を維持することを確認しなければならない。

注記 **図 14** に **5.4.8** の試験に適用可能な配置を示す。



① AOPDDR
② 検出面
③ 試験片
④ 背景（大きさは，最悪条件となるように決める。）

図 14－背景による検出能力への影響試験

5.4.9 人為的妨害

5.4.9.1 試験用不透明斑点を用いる試験

人為的な妨害に対する耐性試験は，次のように実施しなければならない。

- 斑点状の人為的妨害は，直径 15 mm の円形の試験用不透明斑点 2 個を用いて模擬する。一つは，投光器ビームの波長において 18～22 %の拡散反射係数をもつ斑点とし，もう一つは，3 300 cd･lx^{-1}･m^{-2} 以上の反射係数をもつコーナキューブ反射特性をもつ斑点とする。
- いずれの斑点を用いる試験の間にも，斑点は，光学窓面，及び妥当な限り，検出能力限定区域（**4.1.4** 参照）内の AOPDDR 検出能力に影響する位置に置く。
- 模擬した人為的妨害が 5 秒以内，又は **A.12** 若しくは **A.13** の用途に指定した応答時間以内に OSSD をオフ状態にする，又は指定の検出能力を低下させないことを検証する試験を行う。
- 模擬した人為的妨害が OSSD をオフ状態にするときは，再起動インターロック（ある場合）の作動又は電源投入が OSSD をオン状態にしないことを検証する試験を実施しなければならない。再起動インターロックがある場合は，模擬した人為的汚れを除去しても OSSD はオフ状態を維持しなければならない。

ESPE が **5.4.8** の最終段落に示したように設計されている場合は，追加試験を，より低い反射率をもつ試験用斑点を用いて実施しなければならない。この試験用斑点は，AOPDDR が正常運転状態を保つ範囲で許容できる最大の反射率をもつものとしなければならない。

注記 1 これらの試験は，粘着テープ，ライターなどの小さな物体による人為的妨害を模擬するものである。

注記 2 **5.4.7.2** の試験用不透明斑点を用いる汚れ妨害試験は，人為的妨害に対する耐性のための試験にもなる。

5.4.9.2 AOPDDR を覆う人為的妨害試験

覆いに対する耐性試験は，次のように実施しなければならない。

- 覆いに用いる材料は，黒色試験片，白色試験片及び再帰反射試験片（**4.2.13** 参照）に対して規定した反射率をもつものを用いる。
- 上記の材料を用いて，検出能力限定区域（**4.1.4** 参照）内で次のいずれかの覆い方をする。

・ 曲面の光学窓をもつ AOPDDR ハウジングの光学窓は，90°円弧を覆う。
・ 平面特性の光学窓をもつ AOPDDR ハウジングの光学窓は，面積の 50 %を覆う。少なくとも一つの受光ビームが遮蔽されるものとする。

－ 試験は，次の手順で行わなければならない。

a) AOPDDR を正常運転状態にする。

b) AOPDDR の電源を切る。覆いを付ける。再び電源を入れる。起動インターロックがあるときはリセットする。

c) OSSD は，少なくとも覆いが取り除かれるまでオフ状態を続けなければならない。

d) 覆いを取り除く。起動インターロックがあるときはリセットする。

e) 覆いを付ける。

f) 5 秒以内又は **A.12** 若しくは **A.13** の用途に指定した応答時間以内に OSSD がオフ状態になり，オフ状態を保つことを検証する。

－ 上記に規定した規模の覆いが検出されないと考えられる場合には，より大きな角度又は面積を覆う追加試験を実施する。

5.4.10 検出区域内の光学的遮蔽試験

検出区域内の光学的遮蔽に対する耐性試験は，次のように実施しなければならない。

－ 光学的遮蔽を模擬する物体は，最小有効長 0.3 m の円柱とする。その遮蔽用物体の表面は，発光ビームの波長において 18～22 %の拡散反射係数をもつものとする。
－ 試験の間，遮蔽用物体は，AOPDDR の検出区域の平面に垂直な状態にする。
－ 遮蔽用物体の直径は，**4.3.9** の分析において異なる値に決定されない限り 5 mm とする。
－ 検出区域は，可能な最大値に設定する。
－ OSSD がオンの状態で，遮蔽用物体を検出区域内のできるだけ AOPDDR の近くに置いて試験する。
－ 黒色試験片（**4.2.13.2** 参照）を用いる。
－ 光学的遮蔽が存在する状態で指定の検出能力が維持されることを検証するために B 試験を実施する。黒色試験片を，遮蔽用物体にできるだけ近い距離，及び指定の最大検出距離において，遮蔽用物体による光学的遮蔽を受けるように動かす。
－ **4.3.9** の分析において，次のことが光学的遮蔽に対する耐性に影響することが示される場合には，追加の試験を実施しなければならない。
  － AOPDDR と遮蔽用物体間の上記以外の距離
  － 検出区域の大きさ（最大値以外の設定）
  － 遮蔽用物体と試験片との間の上記以外の距離
  － AOPDDR からの他の距離における遮蔽用物体の他の直径（5 mm 以外）
  － AOPDDR の前の遮蔽用物体の他の位置（例えば，他の角度）
  － 二つ以上の遮蔽用物体

6 識別及び安全使用のためのマーキング

6.1 一般事項

（追加。第 1 部の **6.1** によるほか，次の項目及び文を追加する。）

k) 検出面の表示

l) 検出区域の開始点座標の表示

第 1 部の **6.1** の **b)**，**c)**，**d)** 及びこの規格の **6.1** の **l)** が要求する表示は，装置へのマーキングでなく附属文書中に示してもよい。

7 附属文書

（追加。第 1 部の **7.**によるほか，次の項目を追加する。）

ESPE 附属文書には，妥当な限り次の項目を含めなければならない。

aaa) AOPDDR 適用例（許容差域を示して）。

bbb) 検出区域及び許容差域の最大値及び最小値。検出区域設定のための原点も示す（**図 1** を参照）。

ccc) 検出区域の境界と運転中の信頼性（機械の稼働率）を保証するために検出してはならない周囲物体（例えば，壁，機械の一部）との間の必要最小距離に関する情報など。

ddd) 検出区域の設定に関する説明（許容差域の検討を含む。）及びこの規格の**附属書 A** に示す AOPDDR のオプション機能についての詳細（このようなオプションが ESPE に付加されている場合）。説明している区域が **3.4** の定義による検出区域なのか，検出区域と許容差域を合わせた区域なのかを明確にしなければならない。

eee) **A.12** の要求事項を満たさない限り検出面への接近角度が 30°を超える用途に全身検出トリップ装置として AOPDDR を使ってはならないこと，及び **A.13** の要求事項を満たさない限り検出面への接近角度が 30°を超える用途に人の部位を検出する装置として AOPDDR を使ってはならないことの指示。

fff) 煙及び鏡面反射がある場合の AOPDDR の挙動についての情報。

ggg) AOPDDR にハウジングを追加すると検出機能がどのように影響されるかの情報。例えば，追加ハウジングが光を減衰させる効果などによって検出能力及び検出区域に影響する可能性。

hhh) 用途によっては，検出区域を床に表示することの推奨。

iii) 設定した検出区域，設定した日付，AOPDDR の製造番号及び責任者識別の文書化に関する説明。

jjj) AOPDDR が通常運転中に，同一設計の AOPDDR によって影響を受け得る場合は，**4.3.5** 及び **5.4.6.7.2** による据付上の制限。

kkk) この規格には規定がないが指定の検出能力を低下させる可能性のある外部的な影響に関する情報。例えば，溶接スパッタ，赤外線式リモコン，**5.4.6.2** に規定する光源以外の蛍光灯光及びストロボ光，雪，雨，汚れ，及び熱対流。

lll) 光学窓の損傷を定期的に点検する必要性に関する情報（用途によって）。

mmm) AOPDDR の据付状態及び検出区域の設定不良を定期的に点検する必要性に関する情報（用途によって）。

nnn) レーザ放射によって起こり得る影響を避けるために必要な方策に関する情報（影響があるとき）。

ooo) AOPDDR に検出能力限定区域があるときは，**4.1.4** に要求する情報。

ppp) **5.4.6.4.1** の **b)** の要求が該当するとき，白熱電球光源による干渉を回避するための情報。この情報には，使用中の AOPDDR に影響する光源の例，及び AOPDDR とこれらの光源との間の適切な距離に関する情報を含めなければならない。

qqq) 最小検出可能サイズ（**4.2.12.3** 参照）の対象物が AOPDDR 検出区域内を最悪条件方向に動くときに検出可能な最大速度に関する情報。

rrr) 検出能力が 117 mm を超える AOPDDR にあっては，検出区域に平行接近する対象物を保護する用途に用いてはならないこと（**JIS B 9715** の **6.2**）に関する情報。

附属書 A
（規定）
ESPE のオプション機能

次の事項を除いて第 1 部の**附属書 A** を適用する。

（削除）

A.8 は適用しない。

（追加）

次の **A.9**～**A.13** を追加する。

A.9　検出区域及び／又は他の安全関連パラメタの設定

A.9.1　機能要求事項

検出区域及び／又は他の安全関連パラメタは，特別な手段を用いなければ設定できないようにしなければならない。このような手段には，例えば，ソフトウェアへのアクセス用パスワードがある。

パラメタなどの設定を，正しく作動することが実証されていないハードウェア及び／又はソフトウェアを用いたパソコン又は同等品を用いて実施する場合は，検出区域の設定には特別な手順を用いなければならない。この手順は，関連するコンピュータ規格（第 1 部の **4.2.11** も参照）に適合しなければならない。検出区域の設定には，AOPDDR 供給者が提供するソフトウェアを用いなければならない。

設定手順には，AOPDDR へ入力したパラメタを設定用機器（例えば，パソコン）に再送し，再送データを設定者が確認することを含めなければならない。

このような手順は，安全関連の全ての設定（例えば，応答時間の設定）に対して用いなければならない。

注記　安全関連パラメタの設定は，指定された者だけが行う作業である。

A.9.2　検証

検出区域又は安全関連パラメタの設定に関し，次の検証を行わなければならない。

a)　各パラメタ（最小値，最大値及び代表値）の設定機能が正しく作動することの検証。

注記　設定機器（例えば，パソコン）に画面表示された検出区域と実際の AOPDDR 検出区域とが相違する可能性を考慮しなければならない。

b)　設定パラメタの妥当性が装置内で検査されることの検証（例えば，試しにあり得ない値を設定することなどによって。）。

c)　設定用プログラムへの使用者のアクセス方法及びパラメタ設定方法が関連規格（例えば，第 1 部の **4.2.11** 又は他の関連規格を参照）の要求事項に適合していることの検証。

d)　運転中に検出区域の大きさを変える場合は，検出区域の大きさを決めるデータ／信号の生成及び処理が，単一障害によって安全機能が失われない方法によって行われることの検証。そのような単一障害は検出され，OSSD をオフ状態にとどめるか，AOPDDR 応答時間以内に OSSD をオフ状態にすることの検証。

A.10 複数検出区域の選択

A.10.1 機能要求事項

AOPDDR が二つ以上の検出区域をもつ場合は，単一障害によって，選択中の区域から他の区域へ意図しない切換わりを生じてはならない。それ自体では AOPDDR の危険側故障を招かない単一障害が検出されずに，次に起こる AOPDDR 内部故障によって AOPDDR が危険側故障に至ってはならない。

注記 1 検出区域切換信号を AOPDDR の外部の機器で生成する場合は，これらの外部機器は他の該当規格［例えば，**JIS B 9705-1**，**JIS C 0508**（規格群），**JIS B 9961**］の関連要求事項を満たす必要がある。

意図する検出区域への切換え又は追加の検出区域の有効化を阻害する単一障害が生じたときは，AOPDDR は規定された応答時間内にロックアウト状態にならなければならない。

注記 2 異なる検出区域の応答時間（製造者仕様）は，互いに異なることがある。

検出区域の大きさをオンラインで（例えば，外部入力によって）変更する場合も，上記要求事項を適用する。

AOPDDR は，検出区域が有効になる状況を監視しなければならない。検出区域を有効にする順序を使用者が決めることが可能でなければならない。検出区域を有効にする順序の誤りが検出されたときは，AOPDDR はロックアウト状態にならなければならない。

注記 3 検出区域の自動選択は，ミューティング機能（第 1 部の **A.7** 参照）ではない。

A.10.2 検証

複数の検出区域の選択についての機能要求事項は，次によって検証しなければならない。

a) 単一障害によって，選択中の区域から他の区域へ意図しない切換わりが生じないことの検証。単一障害が，検出区域の意図的切換え又は追加検出区域の有効化を妨げないことの検証。検出されない単一障害の次に起こる故障が ESPE の危険側故障を招かないことを **5.3.4** に従って検証しなければならない。

b) 共通モード故障が検出区域を無効化又は変化させることがないことの検証。

c) 切り換えた全ての検出区域において，ESPE の指定の応答時間が満足されることの検証。

d) 検出区域を有効にする順序を使用者が設定でき，監視できることの検証。

e) 検出区域有効化の順序が使用者の設定した順序と異なるとき AOPDDR がロックアウト状態になることの検証。

注記 検出区域の切換時に既に人が検出区域内に存在する可能性を考慮する必要がある。

A.11 検出区域の自動設定

A.11.1 機能要求事項

AOPDDR が検出区域を自動設定できるものであるとき，設定した検出区域は，検出区域の境界に沿う最大幅 75 cm の回廊部分の全てを試験片が少なくとも一回侵犯することによって，検出機能の完全性を検証した後においてだけ，ESPE の運用を可能にしなければならない。この回廊部分は，検出区域境界の内側にしなければならない。

検出区域の自動設定は，ツールを用いてだけ可能でなければならない。このツールには，例えば，設定プログラムのアクセス用パスワードがある。

検出区域を自動設定する方式の ESPE の距離測定誤差（許容差域）を決めるときは，この規格が示す全ての条件，特に環境妨害について考慮しなければならない。

A.11.2　検証

検出区域の自動設定に関する機能要求事項は，次の試験によって検証しなければならない。

a) **A.9.2** の **a)**，**b)** 及び **c)** による試験。

b) 検出区域の境界に沿う最大 75 cm の回廊の全ての部分を試験片が少なくとも一回侵犯することによって，自動設定検出区域が要求事項を満たすことの検証。

c) 検出区域の自動設定を行うためには，ツール（例えば，設定プログラムへのアクセス用パスワード）が必要であることの検証。

A.12　垂直接近の全身検出トリップ装置として用いる AOPDDR

A.12.1　機能要求事項

検出面に対する接近角が±30°を超えるような用途に AOPDDR を用いるときは，AOPDDR は参照境界監視の機能を備えなければならない。

注記 1　参照境界監視は，参照距離と AOPDDR 測定距離とを比較する。参照距離は，AOPDDR と参照境界（例えば，壁）との間の実際の距離である。OSSD がオン状態を続けるためには，距離の測定値が参照距離±許容差域幅の中に入らなければならない。**図 BB.6** も参照。

距離の測定値が参照距離と許容差域との和を超えるときには，OSSD はオフ状態にならなければならない。

AOPDDR を垂直接近の全身検出トリップ装置として用いるときは，検出能力が 200 mm を超えてはならない。

図 A.1 に示すように，参照境界を安全防護壁開口部の縁に設定する場合は，許容差域の幅（a）は 100 mm を超えてはならない。b は，AOPDDR が試験片を確実に検出するように十分小さな値でなければならない。

図 A.2 に示すように，許容差域の幅が 100 mm を超える場合は，開口部の外側部分に重なる幅（o）を確保する必要がある。（参照境界は，開口部の縁とは別に設ける。）

o は，次の式で計算する。

$$o \geqq (2 \times TZ) - d$$

ここに，　TZ：　許容差域の幅
　　　　　d：　検出能力（200 mm 以下とする。）

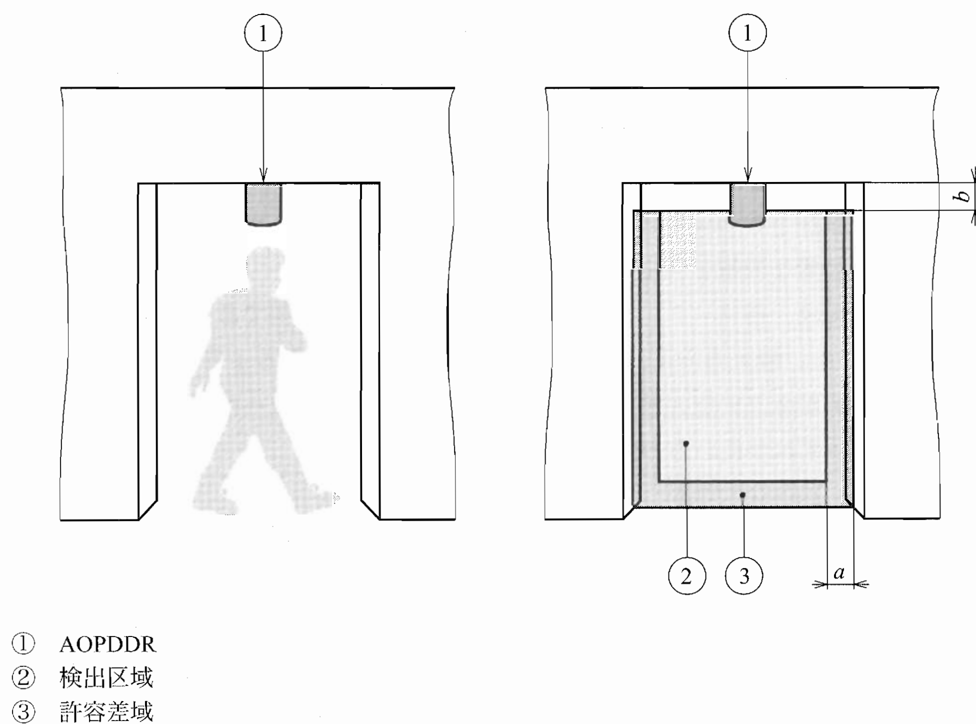
注記 2　この要求事項の目的は，人が検出されずに検出区域の端部を通り抜けできないことを保証することである。

4.2.13 に規定する試験片を侵入方向に，試験片軸が検出面と直角をなすように 1.6 m/s の速さで侵入させたとき，検知器が作動し OSSD がオフ状態に移行しなければならない。供給者仕様が 1.6 m/s 以上でも検出できるとする場合は，指定の最大速度においてこの要求を満足しなければならない。

注記 3　この要求事項の目的は，人又は人の部分が検出区域を通り抜けると OSSD がオフになることを保証することである。

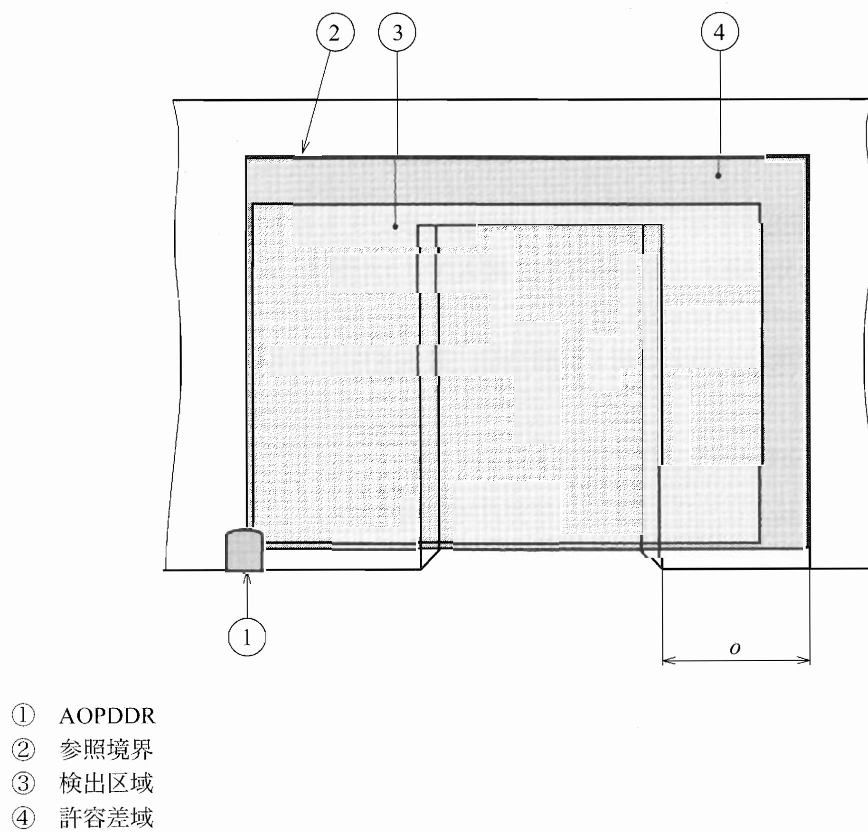
OSSD が一度オフになったら，試験片が検出区域内にある間又は 80 ms のいずれか長い方の時間オフ状態を続けなければならない。

注記 4　この要求事項の目的は，OSSD が一度オフになったら，再起動インターロックが作動する（再起動を禁止する状態になる。）までオフ状態にあることを保証することである。



① AOPDDR
② 検出区域
③ 許容差域

図 A.1－全身トリップ装置として用いる AOPDDRー例 1



① AOPDDR
② 参照境界
③ 検出区域
④ 許容差域

図 A.2－全身トリップ装置として用いる AOPDDRー例 2

A.12.2　検証

次のことを検証しなければならない。

a) ESPE の附属文書は，**A.12.1** に適合する据付けを行うために必要な情報を含んでいる。

b) 距離測定値が参照境界への距離と許容差域幅との合計値を超えるときには，OSSD がオフ状態になる。

c) 検出能力は 200 mm 以下である。

d) 附属文書に，許容差域が 100 mm を超えるときは検出区域の端部を人が検出されずに通過できないことを保証するために必要な情報を含んでいる。

e) 検出区域の端部（例えば，各コーナ）及び **5.2.1.2.1** の分析で最も不利であるとみなされた場所で，試験片（長さ 150 mm）を，侵入方向に，試験片軸が検出面と垂直になるようにして 1.6 m/s の速さで侵入させたとき，OSSD がオフ状態に移行する。OSSD が一度オフになったら，試験片が検出区域内にある間又は 80 ms のいずれか長い方の時間オフ状態にとどまる。

A.13　垂直接近する人の部位によるトリップ装置としての AOPDDR の使用

A.13.1　機能要求事項

検出面に対する接近角が±30° を超えるような用途に AOPDDR を用いるときは，AOPDDR は参照境界監視機能を備えなければならない。検出区域を連続的に通過（侵犯）しないで危険区域に到達できてはならない。

注記 1　参照境界監視は，参照距離と AOPDDR 測定距離とを比較する。参照距離は，AOPDDR と参照境界（例えば，壁）との間の実際の距離である。AOPDDR がオン状態を続けるためには，距離の測定値が参照距離±許容差域幅の中に入らなければならない。

距離の測定値が参照境界への距離と許容差域幅の合計値を超えるときは，OSSD がオフ状態にならなければならない。

AOPDDR を垂直接近する人の部位によるトリップ装置として用いるときは，検出能力は 30～70 mm の範囲になければならない。

図 A.3 に示すように，参照境界を安全防護壁開口部の縁に設定する場合は，許容差域の幅（**図 A.3** の a の値）が指定の検出能力の半分を超えてはならない。**図 A.3** の b の値は，AOPDDR が試験片を確実に検出するように十分小さな値でなければならない。

許容差域の幅が指定の検出能力の半分を超える場合は，**図 A.4** に示す重なり幅（o）が必要である。

o は，次の式で計算する。

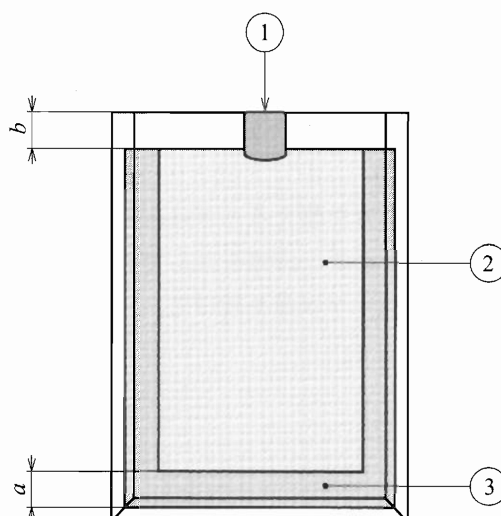
$$o \geqq (2 \times TZ) - d$$

ここに，　TZ：　許容差域の幅

　　　　　d：　検出能力（30～70 mm）

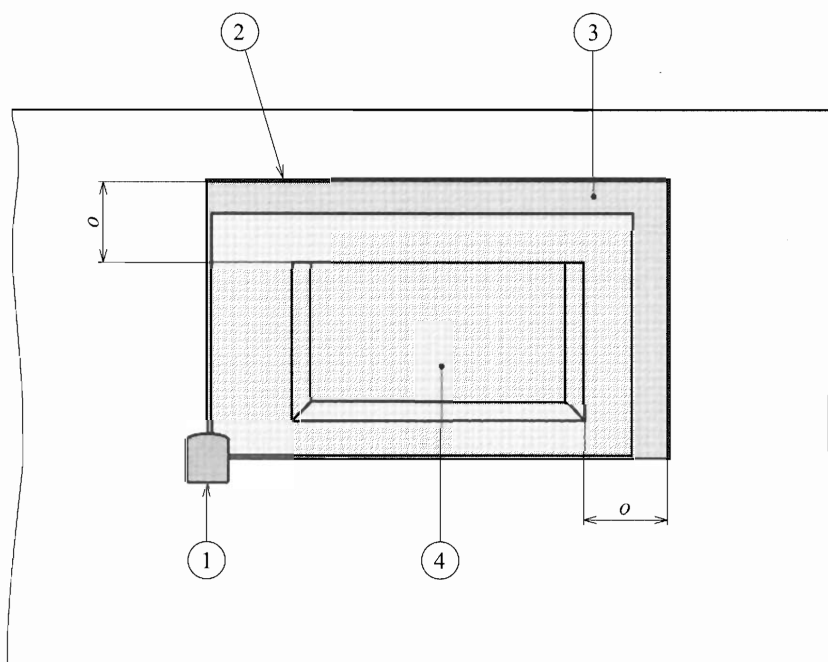
注記 2　この要求事項の目的は，人の部位が検出区域端部で検出されずに侵入することができないことを保証することである。

OSSD が一度オフになったら，試験片が検出区域内にある間はオフ状態を続けなければならない。



① AOPDDR
② 検出区域
③ 許容差域

図 A.3－人の部位によるトリップ装置としての AOPDDR 使用例ー例 1



① AOPDDR
② 参照境界
③ 許容差域
④ 検出区域

図 A.4－人の部位によるトリップ装置としての AOPDDR の使用例ー例 2

A.13.2　検証

次のことを検証する。

a)　附属文書は，**A.13.1** に適合する据付けを行うために必要な情報を含んでいる。

b)　距離測定値が参照境界への距離と許容差域との合計値を超えるときは，OSSD がオフ状態になる。

c)　検出能力は 30～70 mm の範囲内にある。

d)　附属文書は，許容差域が検出能力の半分を超えるときは，検出区域の端部を人の部位が検出されずには通過できないことを保証するために必要な情報を含んでいる。

e)　試験片が検出区域にある限り OSSD はオフ状態を続ける。

附属書 B
(規定)
ESPE 電気用品の単一障害一覧表
(5.3 の危険側故障として考慮するもの)

第 1 部の**附属書 B**（規定）をそのまま適用する。

附属書 AA
（参考）
種々の用途における AOPDDR の使用例

注記 **TS B 62046** は，その**附属書 E** に AOPDDR 使用のための追加推奨事項を含んでいる。**TS B 62046** が **JIS** に制定されたときには，この**附属書 AA** の中の重複事項は削除する予定である。

AA.1　一般事項

AOPDDR を使用するときには，次のことを考慮することが望ましい。

a) 危険源を同定し，リスクアセスメントを行う（**JIS B 9700-1** 及び **JIS B 9702** を参照）。

b) 関連する機械類の規格を考慮に入れて，その機械の保護装置として AOPDDR が適切かどうか確認する。この規格が規定する AOPDDR は，指の保護には適さない。

c) AOPDDR の附属文書を調べて AOPDDR 適用上の要求事項が満たされているかどうか確認する。次の点には特別の注意を払う。

- 環境条件（屋内使用／屋外使用，煙，雨，雪，温度など）
- 検出対象物の反射率（例えば，鏡面反射特性をもつ対象物の検出は保証されない。）
- 背景の影響
- 物又は人の移動速度
- 陰（かげ）領域（陰領域は固定物体の背後に生じる。陰領域内にいる人は AOPDDR で検出できない。）

d) この附属書に示す例及び AOPDDR の附属文書に従って，最小安全距離を算出する。

e) AOPDDR による検出を逃れて人が危険区域に近づくことはできないことを，最終据付状態において確認する。

AA.2　機械における AOPDDR 使用例

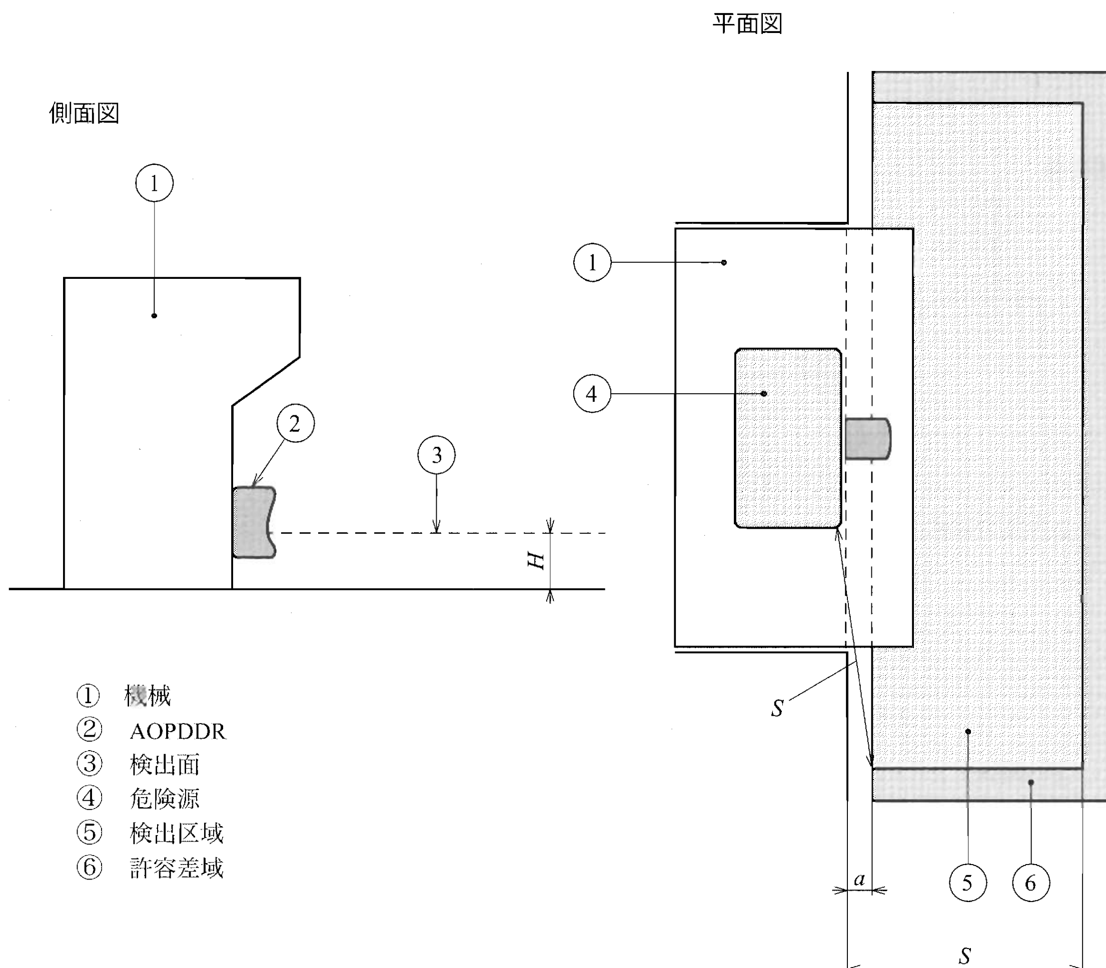


図 AA.1－機械における AOPDDR 使用例

最小安全距離 S は，**JIS B 9715** の **6.2** に従って，次の式を用いて計算する。

$$S=(K\times T)+C$$

$$S=(1\,600\ \mathrm{mm/s}\times T)+(1\,200\ \mathrm{mm}-0.4\,H)$$

ここに，K：人の移動速度＝1 600 mm/s

C：最小検出物体から計算する追加距離　$C_{min}=850\ \mathrm{mm}$

H：床から検出面までの高さ　$H_{min}=15\,(d-50\ \mathrm{mm})$

T：全応答時間　$T=T_{AOPDDR}+T_{MACHINE}$

d：検出能力

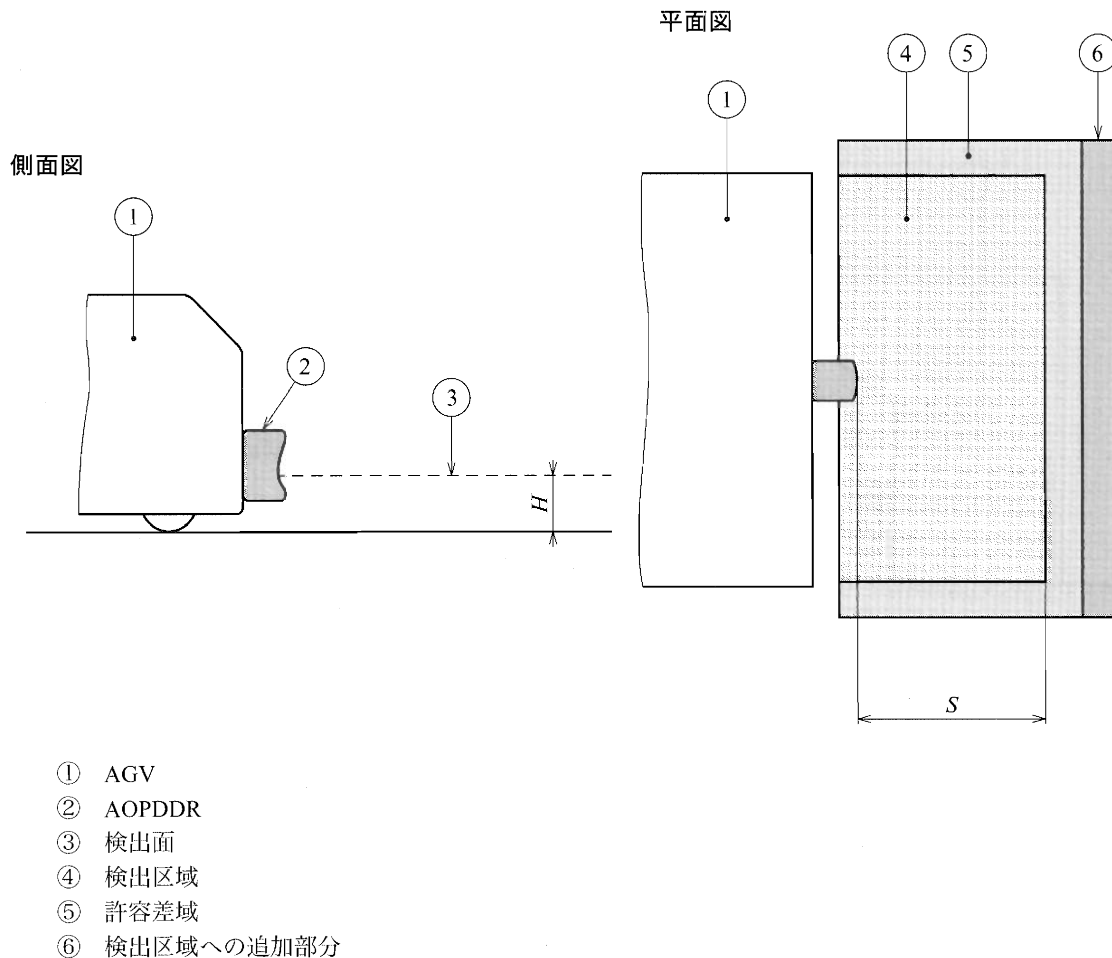
T_{AOPDDR}：AOPDDR の応答時間

$T_{MACHINE}$：機械の応答時間

検出区域を設定するときには，許容差域の値を最小安全距離 S に加えた範囲を検出領域内に含める。

“S＋許容差域”までの距離において試験片を検出することが保証されるように，a（検出できない領域）の値は十分に小さくする。試験片の直径（検出能力）は，式 $d=(H/15)+50\ \mathrm{mm}$［**JIS B 9715** の **6.2** の式(8)を参照］によって決める。

AA.3　AGV（無人搬送車）における AOPDDR 使用例



① AGV
② AOPDDR
③ 検出面
④ 検出区域
⑤ 許容差域
⑥ 検出区域への追加部分

図 AA.2－AGV における AOPDDR 使用例

最小安全距離 S は，例えば，AGV の最大速度，AOPDDR 応答時間（検出時間）及び AGV の制動距離も考慮して決める。

AGV 用の保護装置として AOPDDR を用いるときには，検出区域を拡張する必要がある。この拡張部分の値は，例えば，AGV 前部の自由空間の不足，人の移動速度及びブレーキ効果の減少を考慮に入れて決める。検出区域を設定するときには，許容差域及び AGV 用途に特に必要な拡張幅を最小安全距離 S に加える。

検出面はできるだけ床面近くに設定し，高さ H が 200 mm を超えてはならない（**図 AA.2** の H 及び **EN 1525** 参照）。

AGV が停止しているときに AGV 前部と検出区域との間に人が立つことができる場合は，AGV が発進したときの傷害を防ぐための他の安全方策を備える。

AA.4　全身トリップ及び人の部位によるトリップの複合装置としての使用例

注記　この用途例については，**A.12** 及び **A.13** を参照。

AA.5　AOPDDR の応答時間の計算例

装置の例：

－　回転鏡による AOPDDR 走査

－　鏡の回転周波数：20 Hz（周期 T＝50 ms），許容差±4 %

－　検出条件：連続 2 回の 180°走査で検出

応答時間の計算：

－　検出に要する鏡回転時間（往復 2 回分）	100 ms
－　180°走査に要する最大時間（半回転）	25 ms
－　180°走査後の評価時間	15 ms
－　鏡回転誤差（125 ms の 4 %）	5 ms
－　ESPE リレーの作動時間	15 ms
ESPE の合計応答時間：	160 ms

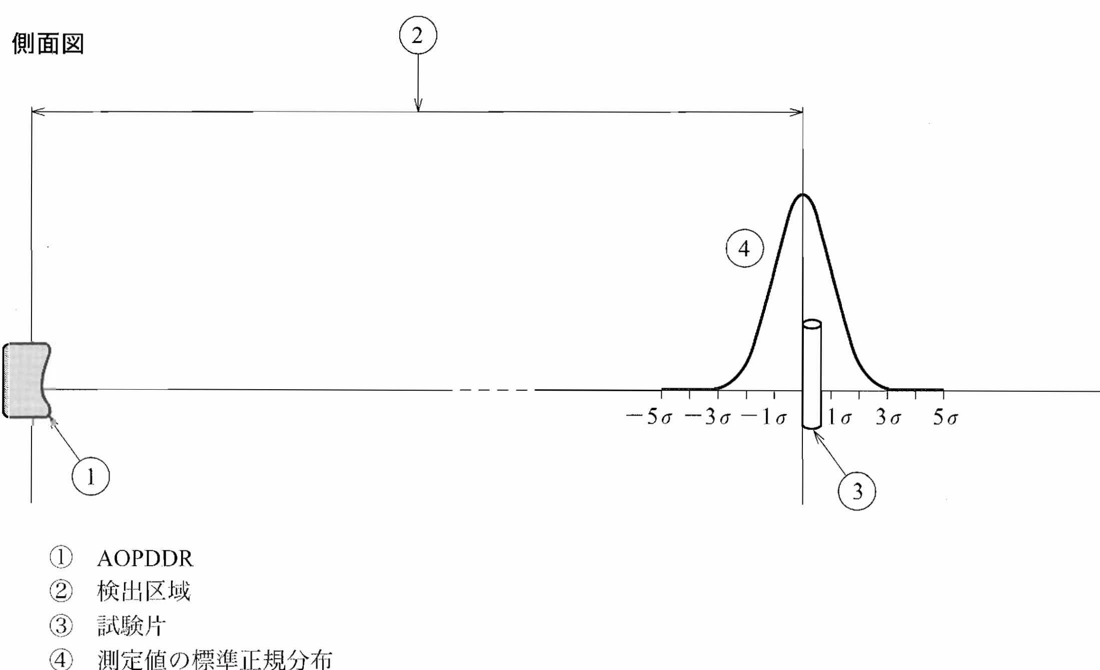
注記　リレーの作動時間が検出されないまま増加する障害は，この計算の中では考慮していない。設計によっては，このような増加を検出できない可能性もある。

附属書 BB
(参考)
距離測定誤差と検出確率との関係

この規格でいう検出確率は，距離測定誤差（測定精度）によって決まるものであり，装置の故障確率に関係するものではない。検出区域の境界に置かれた試験片の距離を測定したとき，測定値が検出区域の内側になる確率は，標準分布関数を使って次のように計算できる。

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{0} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$
$$= 0.5$$

この計算は，測定値が正規分布に従うという仮定に基づいている。**図 BB.1** に，距離測定誤差と検出区域の関係を示す。



① AOPDDR
② 検出区域
③ 試験片
④ 測定値の標準正規分布

図 BB.1－距離測定誤差と検出区域との関係

検出判定条件に許容差域を考慮しないと，検出区域内での検出確率はとても受け入れられないほど低くなる（0.5 になる）。この規格は，装置供給者が許容差域を指定することを要求している。**図 BB.2**，**図 BB.4** 及び**図 BB.5** は，許容差域を考慮することによって必要な検出確率が達成されることを示す。この規格が規定する許容差域には幾つかの異なる事項が影響する。**図 BB.4** 及び**図 BB.5** は総合的な許容差域を示し，**図 BB.2** は確率に関連する許容差域④だけを示す。**図 BB.4** 及び**図 BB.5** に示す許容差域⑥は，系統的干渉などに依存する部分である。

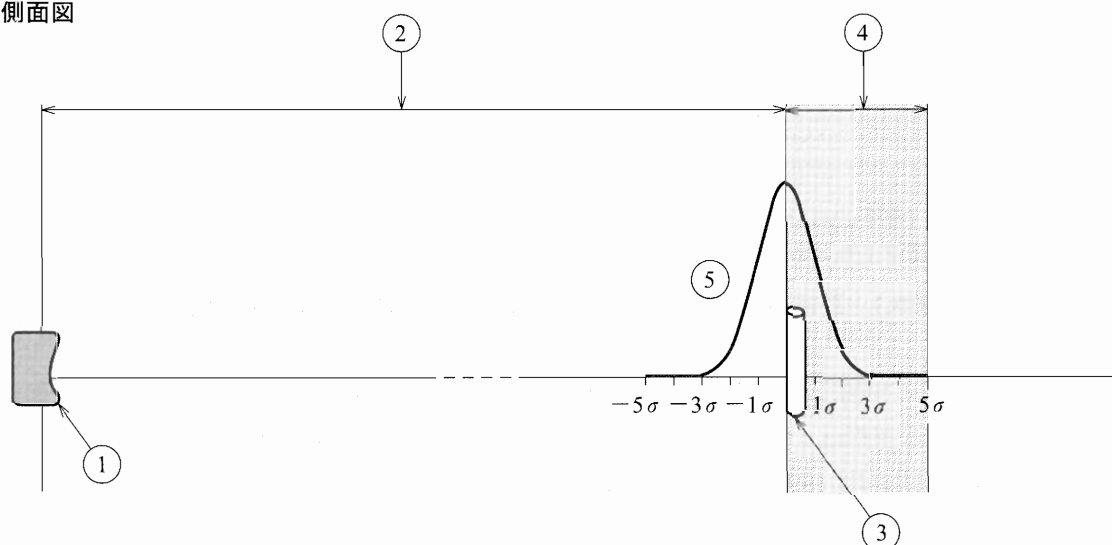
検出区域に 5σ の追加域（**図 BB.2** の許容差域）を加えて“検出”の判定をすると，検出区域の境界に置かれた試験片が“検出”される確率は，標準分布関数を用いて次のように算出される。

$$F(z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{5\sigma}e^{-\frac{z^2}{2}}dz$$
$$=1-2.9\times10^{-7}$$

この計算は測定値が正規分布に従うという仮定に基づいている。**図 BB.2** は，距離測定誤差（確率分布曲線），検出区域及び許容差域の関係を示している。

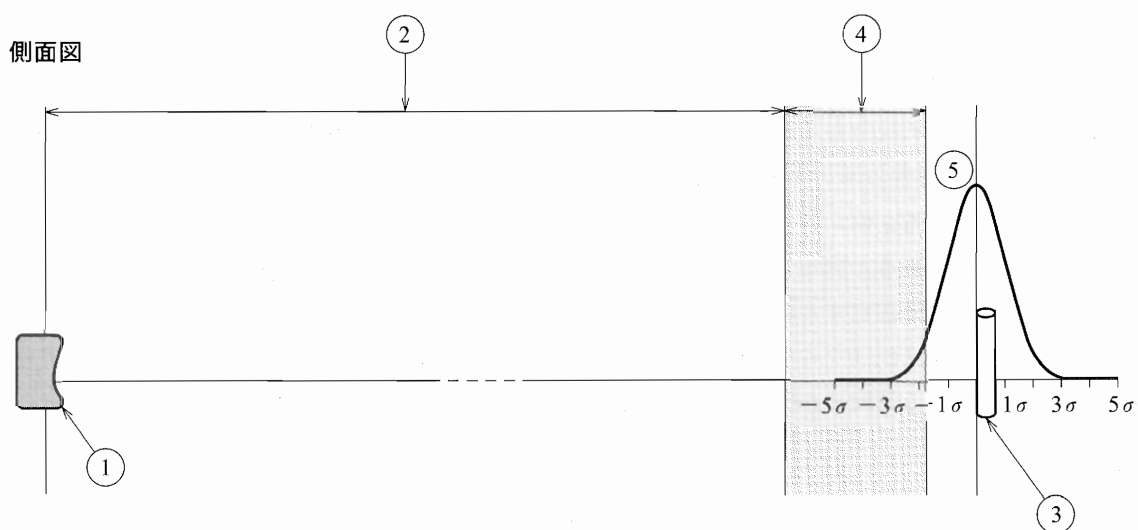
図 BB.2 において，測定値が②の範囲に入った場合だけを“検出”とする条件にすれば図の位置にある試験片が検出区域内にあると判定される確率は 0.5 である。AOPDDR によって保護しなければならない領域に対応して検出区域を設定する場合は，計算した安全距離に許容差域の幅を加えた範囲に入る測定値を“検出”として扱わなければならない。図の②＋④の範囲に入る測定値を全て“検出”として扱う条件にすれば，図の位置にある試験片が検出される確率が $1-2.9\times10^{-7}$ になる。

側面図



① AOPDDR
② 検出区域
③ 試験片
④ 許容差域（確率的部分）
⑤ 測定値の標準正規分布

図 BB.2－距離測定誤差，検出区域及び確率的許容差域の関係－例 1

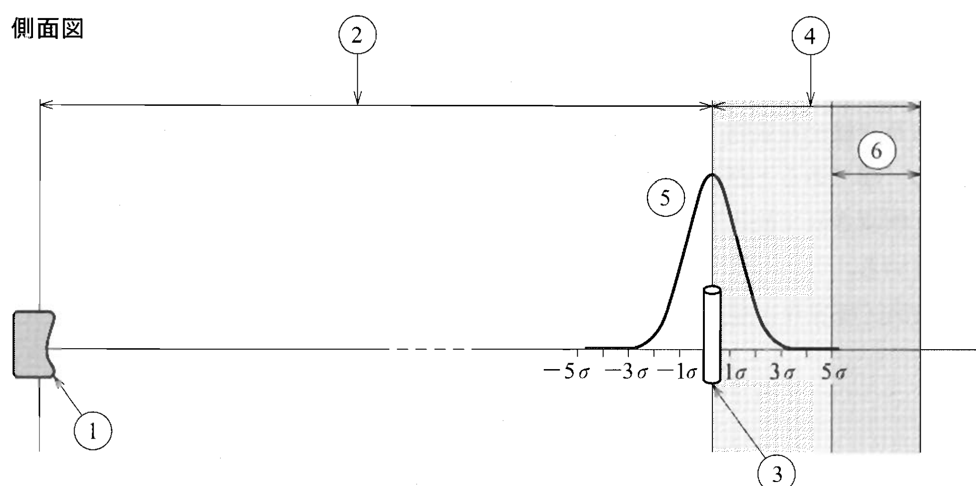


① AOPDDR
② 検出区域
③ 試験片
④ 許容差域（確率的部分）
⑤ 測定値の標準正規分布

図 BB.3－距離測定誤差，検出区域及び確率的許容差域の関係－例 2

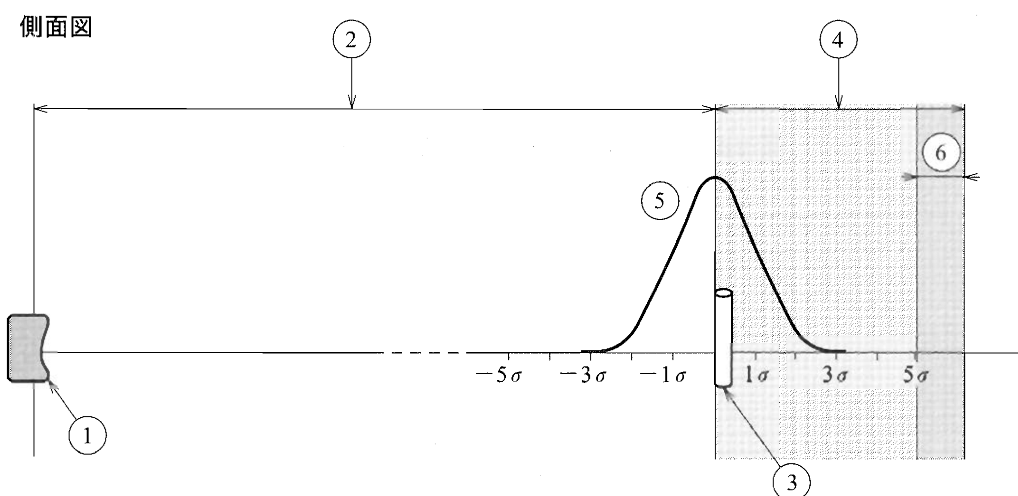
図 BB.3 は許容差域の外側にある試験片が“検出”されることもあり得ることを示す。図の位置にある試験片が“検出”される確率は 0.022 8 である。したがって，検出区域及び許容差域を設定する場合は，許容差域の外縁が周囲の固定物（例えば，壁，機械の構造部）から十分に離れているときだけ運用の信頼性が得られることを考慮しなければならない［箇条 **7 ccc)** も参照］。

許容差域（測定誤差）は，確率的でないもの，例えば，背景の影響によっても影響される。許容差域のこの部分は，**5.3** 及び **5.4** によって検証することが望ましい。**図 BB.4** 及び**図 BB.5** に総合的な許容差域（確率的部分と系統的部分との和）を考慮した場合の関係を例示する。二つの図の違いは，許容差域の確率的部分及び系統的部分の大きさが設計によって異なることを示しているだけである。5σ の値及び系統的誤差の大きさは，AOPDDR の設計に依存する。



① AOPDDR
② 検出区域
③ 試験片
④ 許容差域（確率的部分）
⑤ 測定値の標準正規分布
⑥ 許容差域（系統的干渉，測定分解能などに関係する部分）

図 BB.4－距離測定誤差，検出区域及び総合許容差域の関係－例 1

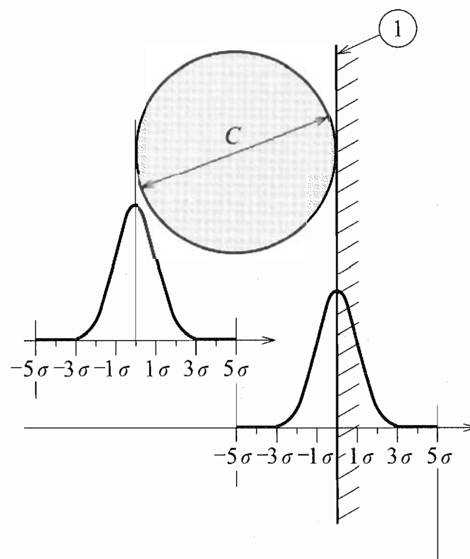


① AOPDDR
② 検出区域
③ 試験片
④ 許容差域（確率的部分）
⑤ 測定値の標準正規分布
⑥ 許容差域（系統的干渉，測定分解能などに関係する部分）

図 BB.5－距離測定誤差，検出区域及び総合許容差域の関係－例 2

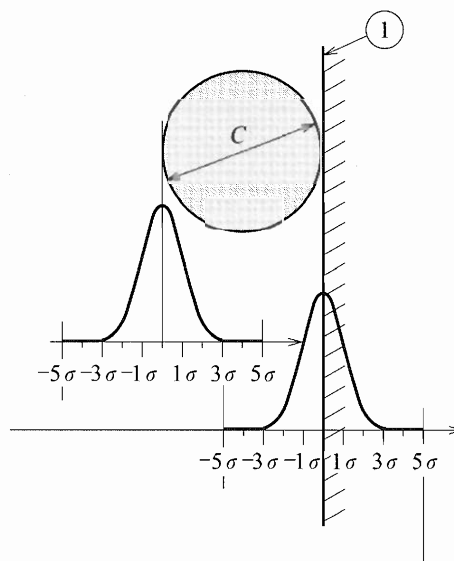
A.12.1 は，AOPDDR を全身検出トリップ装置として用いる場合について規定している。検出区域が侵入を受けた場合だけでなく，距離の測定値が参照境界までの距離と許容差域幅の和を超えた場合（あってはならないとみなす。）にも OSSD がオフになることを要求している。**図 BB.6** は，参照境界（例えば，壁）の距離測定値分布及び検出対象物（検出区域境界上にある。）の距離測定値分布を示す。$C \geqq d$ であれば対象物が参照境界の一部であると誤認される確率は十分小さい。$C < d$ の場合は，**図 BB.7** に示すように，対象物が参照境界と誤認されて検出されない可能性がある。**図 BB.6** 及び**図 BB.7** は，簡単化のために確率的側面だけを示している。

注記 C は検出区域境界と参照境界との距離，d は許容差域の 2 倍である。



① 参照境界

図 BB.6－参照境界監視－測定値の分布－例 1



① 参照境界

図 BB.7－参照境界監視－測定値の分布－例 2

この規格が要求する検出確率 $1-2.9\times10^{-7}$ は，**JIS B 9961**（又は **JIS C 0508-1**）の**表 3**（SIL 2）を考慮して決定した。運用時の検出区域侵犯頻度を 3 回／h と仮定したとき，1 時間当たりの検出失敗確率を 10^{-6} 以下にするために検出区域を侵犯する実体が検出されない確率を 2.9×10^{-7} 以下に制限した。2.9×10^{-7} は，正規分布では誤差が 5σ（片側幅）を超える累積確率である。

注記 1 SIL 2 は，ESPE の 1 時間当たりの危険側故障率（PFH_D）が 10^{-7}～10^{-6} の範囲にあることを要求している。1 回の侵犯の見逃し確率を 2.9×10^{-7} に抑えれば 1 時間内の見逃し確率は $3\times2.9\times10^{-7}=9.7\times10^{-7}$ となり SIL 2 の下限 10^{-6} 以下になるという考えである。測定誤差（確率的）による検出の失敗を ESPE の危険側故障による失敗と等価とみなしたのである。1 時間当たりの侵犯頻度が 3 回を超えるような現場は少ないであろうから，5σ の許容差域を考慮すれば SIL 2 の適用に耐えると考えられる。

図 BB.1～**図 BB.5** は，単一測定（1oo1）における説明である。AOPDDR が，検出判定に *MooM* 評価論理（$M>1$，例えば，3oo3）又は *NooM* 評価論理（$N<M$，例えば，2oo3）を用いる場合がある。*MooM* 評価論理（$M>1$）を用いる場合には，単一測定に必要な検出確率は 1oo1 評価論理の場合よりも高いことが必要である。

図 BB.8 は，*MooM* によって検出確率 $1-2.9\times10^{-7}$ を達成する場合，M と単一測定に必要な検出確率（POD）との関係を対数目盛で示している。

注記 2 *MooM*（*M* out of *M*）評価論理とは，M 回走査して M 回全てが“検出”の判定になったとき対象物を検出したとみなす評価論理である。例えば，$M=1$ のとき $\mathrm{POD}=1-2.9\times10^{-7}$，$M=28$ のとき $\mathrm{POD}=1-1.0\times10^{-8}$ である。

図 BB.9 は，*MooM* によって検出確率 $1-2.9\times10^{-7}$ を達成する場合，単一測定に必要な検出確率（POD）及びその POD 達成に必要な許容差域の片側幅（σ の倍数）を示している。測定値は正規分布に従うものとする。

注記 3 例えば，$M=1$ のとき $\mathrm{POD}=1-2.9\times10^{-7}$，$\sigma=5$。$M=28$ のとき $\mathrm{POD}=1-1.0\times10^{-8}$，$\sigma=5.6$ である。**図 BB.8** の POD は対数目盛で，**図 BB.9** の POD は直線目盛で示している。二つの POD 曲線は実質的に同じものである。

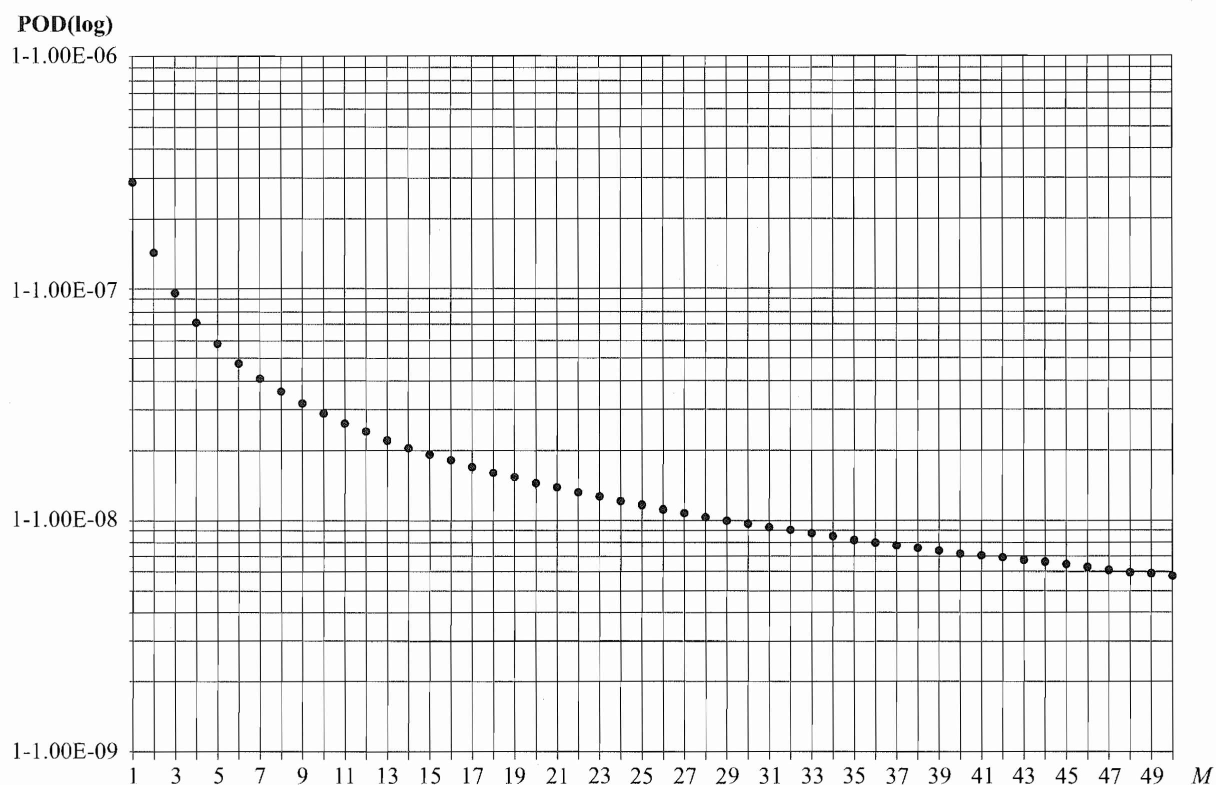
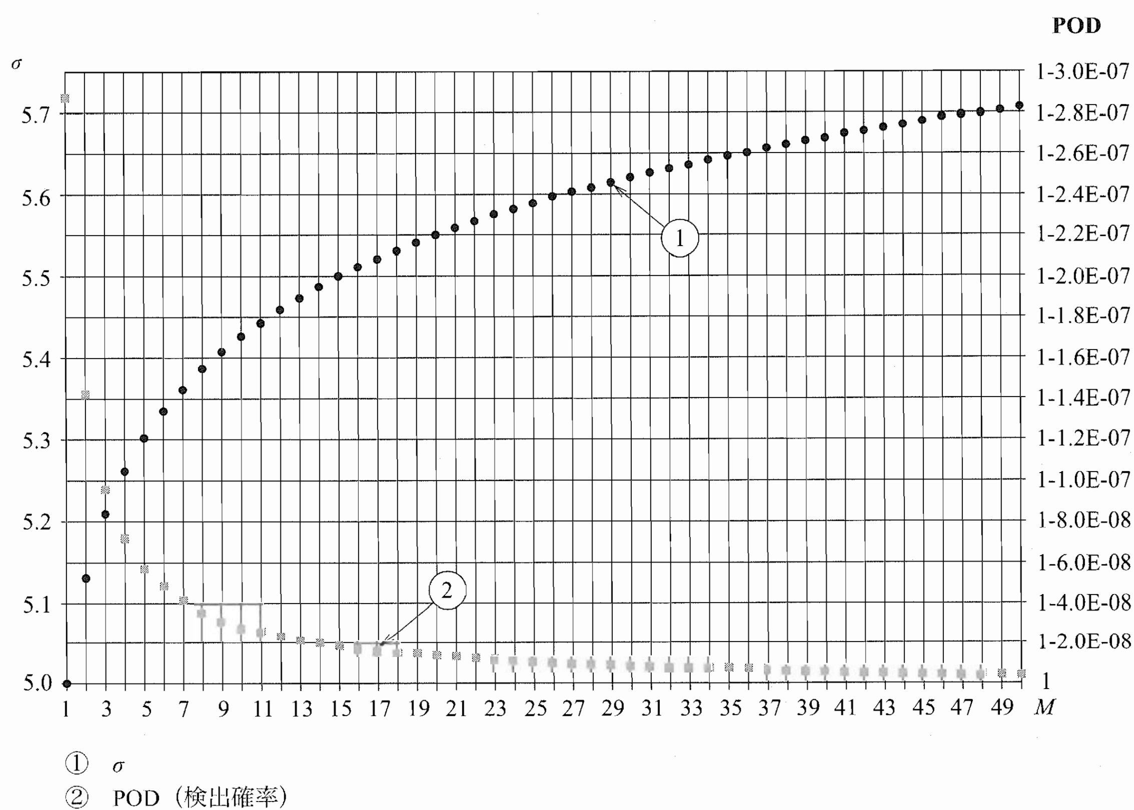


図 BB.8－*MooM* 評価（1≦*M*≦50）*M* に対する単一測定の検出確率（正規分布の場合）



① σ
② POD（検出確率）

図 BB.9－*MooM* 評価（1≦*M*≦50）*M* に対応して必要な単一測定の検出確率（POD）及び σ（正規分布の場合）

参考文献

JIS B 9700-1　機械類の安全性－設計のための基本概念，一般原則－第 1 部：基本用語，方法論

注記　対応国際規格：**ISO 12100-1**, Safety of machinery－Basic concepts, general principles for design－Part 1: Basic terminology, methodology（IDT）

JIS B 9700-2　機械類の安全性－設計のための基本概念，一般原則－第 2 部：技術原則

注記　対応国際規格：**ISO 12100-2**, Safety of machinery－Basic concepts, general principles for design－Part 2: Technical principles（IDT）

JIS B 9702　機械類の安全性－リスクアセスメントの原則

注記　対応国際規格：**ISO 14121**，Safety of machinery－Principles of risk assessment（IDT）

JIS B 9705-1　機械類の安全性－制御システムの安全関連部－第 1 部：設計のための一般原則

注記　対応国際規格：**ISO 13849-1**，Safety of machinery－Safety-related parts of control systems－Part 1: General principles for design（IDT）

JIS B 9961　機械類の安全性－安全関連の電気・電子・プログラマブル電子制御システムの機能安全

注記　対応国際規格：**IEC 62061**，Safety of machinery－Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems（IDT）

JIS C 0508-1　電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全－第 1 部：一般要求事項

注記　対応国際規格：**IEC 61508-1**，Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems－Part 1: General requirements（IDT）

JIS C 0920　電気機械器具の外郭による保護等級（IP コード）

注記　対応国際規格：**IEC 60529**，Degrees of protection provided by enclosures (IP code)（IDT）

TS B 62046:2010　機械類の安全性－人を検出する保護設備の使用基準

注記　対応国際規格：**IEC/TS 62046**:2008，Safety of machinery－Application of protective equipment to detect the presence of persons（IDT）

IEC 60812，Analysis techniques for system reliability－Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)

IEC 61025，Fault tree analysis (FTA)

EN 1525:1997，Safety of industrial trucks－Driverless trucks and their systems

注記　**EN 1525** は **ISO 3691-4-2** に置き換わる予定である。

JIS B 9704-3：2011
(IEC 61496-3：2008)
機械類の安全性－電気的検知保護設備－第３部：拡散反射形能動的光電保護装置に対する要求事項
解　説

この解説は，規格に規定・記載した事柄を説明するもので，規格の一部ではない。

この解説は，財団法人日本規格協会が編集・発行するものであり，これに関する問合せ先は，財団法人日本規格協会である。

1　今回までの改正の経緯

この規格は，2004 年 3 月に制定（以下，旧規格という。）された後，今回の改正に至った。

旧規格は，**IEC 61496-3**:2001（Ed.1）の一致規格であった。

今回，社団法人日本機械工業連合会は，**JIS B 9704-3** 改正原案作成委員会を組織し，2008 年 10 月から作業を開始して，**IEC 61496-3**:2008（Ed.2）を対応国際規格とする **JIS B 9704-3** 改正原案を作成した。2010 年 7 月 8 日，原案が日本工業標準調査会で審議議決された。

旧規格に対応する **IEC 61496-3**:2001 は，不適切及び不明確な記述が多かった。特に，許容差域に関する記述は満足し難いものであった。このため，我が国は **IEC 61496-3**（Ed.2）に向けて改善提案を IEC/TC44 に提出し，国際規格改正チーム（メンテナンスチーム MT 61496-3）にエキスパート 3 名を派遣して国際規格案の改善に尽力した。エキスパートの活躍によって国際規格の記載は大幅に改善された。この規格は，このような国際活動を反映している。

2　今回の改正の趣旨

今回の改正趣旨は，対応国際規格が改正されたのでこれに整合させるとともに，次のとおりである。

a)　制定後 5 年が経過したので，陳腐化した内容を刷新する。

b)　記述の論理性，一貫性を改善する。

c)　表現を明確，簡潔にする。

なお，対応国際規格との対応の程度は，一致とした。

3　主な改正点

主な改正点は，次のとおりである。

a)　**検出能力の指定範囲拡大**　旧規格では 50～100 mm であったが，この規格では 30～200 mm とした。検出能力（検出可能サイズ）を小さくすると不要トリップを招く可能性が高くなり，検出能力を大きくすると見逃しの確率が高くなる。用途に応じて適切な検出能力を指定する必要がある。改正規格で検出能力の上限を 200 mm にしたのは，AOPDDR を全身検出トリップ用途に用いることを想定したものである。全身検出用では検出能力を 200 mm にしても見逃しの可能性はないと考えられる。

b)　**干渉光に対する強じん（靭）性の強化**　せん（閃）光灯による妨害に耐える要求及び試験条件を追加

した。主な追加事項を次に示す。

1) **本体の 4.3.5** 第 8（最後）項目にせん（閃）光灯を追加

2) **本体の表 2** 最下段にせん（閃）光灯に対する試験項目を追加

3) **本体の 5.4.6.2 c)** 試験に用いるせん（閃）光灯光源の仕様を追加

4) **本体の 5.4.6.8（5.4.6.8.1～5.4.6.8.3）** せん（閃）光灯干渉試験の項目追加

この規格では，繰り返し点滅する光源をせん（閃）光灯光源又はストロボ光源と呼ぶ。せん（閃）光灯光源はストロボ光源よりもフラッシュ持続時間が長く，フラッシュ周波数が低いものをいう。

c) **トリップ装置に対する記述強化** 例えば，次の部分の記述を増補した。

1) **本体の 4.3.8** 第 2 段落の規定追加

2) **附属書 A** の **A.12** を増補。**A.13** を追加

d) **附属書 BB の記述改善** 検出確率の説明文及び説明図を改良した。

e) **図の挿入場所の変更** 旧規格においては図を一括して巻末に掲げたが，この規格では引用する文の近くに挿入した。

f) **用語の簡潔化** 旧規格では，“電気的検知保護設備”，“拡散反射形能動的光電保護装置”という長い用語を繰り返し用いたが，この規格では 2 回目以後は略語 ESPE 及び AOPDDR を用いて簡潔な文にした。

4 審議中に問題になった事項

規格調整分科会において原案に片仮名語が多いことが指摘され，多くの片仮名語を漢字に置き換えた。指摘を受けたが漢字にしなかった用語は，次のとおりである。

－ インタフェース，トリップ，スイッチ，ロックアウト，インターロック，バンプ，エンクロージャ，ビーム。

これらの用語は，社団法人日本機械工業連合会取りまとめの機械安全規格 **JIS B 9704** 規格群，**JIS B 9960** 規格群などで広く用いてきた用語である。用語の統一的変更については今後の検討課題とする。

5 その他解説事項

5.1 検出能力の意味

検出能力の意味は，次のとおりである。

a) 検出能力とは，**JIS B 9704-1** の **3.3** に定義されているように，ESPE の検知機能（検出性能）を表すパラメタ全体をいうが，しばしば検出可能な対象物の最少可能サイズの意味で用いられる。検出能力が 50 mm であるというときは，直径 50 mm の物体を指定の検出確率で検出できる（試験片を用いて検証）という意味である。

b) この規格は，検出能力 30～200 mm の ESPE が適用対象である。この規格では，直径 30～200 mm の範囲内の指定サイズより大きな物体（試験片）は，検出区域内においては $1-2.9\times10^{-7}$ 以上の検出確率で検出できなければならない。この検出確率の値の根拠は，**附属書 BB** の最後の部分に記載されている。

c) この規格は，30～200 mm の範囲外の物体を検出することを禁じているわけではない。指定値（例えば，200 mm）以上の物体は当然検出しなければならないし，指定値（例えば，30 mm）以下の物体は検出してもしなくてもよい。ただし，あまりに小さい物体を検出することは，不要トリップの原因になる可能性がある。

5.2 許容差域の意味

許容差域の意味は，次のとおりである。

a) 許容差域を規定していることがこの規格の特徴である。AOPDDR は，検出対象物の距離の測定値が基準値（検出区域の大きさに依存）より小さければ対象物が検出区域内にあると判定して“検出”する。距離測定には必ず誤差が伴う。この測定誤差によって距離測定値がばらつく範囲が許容差域である。正規分布（誤差分布）では，測定値が“中央値＋5σ”より大きい値にばらつく確率は $1-2.9\times10^{-7}$ である。したがって，判定の基準値を検出区域より 5σ だけ大きくすれば検出区域内の対象物は $1-2.9\times10^{-7}$ 以上の確率で検出される。

b) 保護するべき領域が決まったら，その境界値より少なくとも 5σ だけ大きい測定値になった場合も“検出”の判定をせよというのがこの規格の趣旨である。

これを実現するために AOPDDR 供給者が行うべきことは，許容差域の大きさを明示し，保護すべき領域，許容域，及び AOPDDR の設定区域の関係を使用者に周知させることである。

AOPDDR 設定区域が，例えば，次のいずれであるかを使用者に明示する必要がある。

1) 設定区域の外縁にある対象物は $1-2.9\times10^{-7}$ の確率で検出される。

2) 設定区域の外縁にある対象物は 0.5 の確率で検出されない。

1) の場合は，AOPDDR の設定区域≧保護すべき領域にすればよい。

2) の場合は，AOPDDR の設定区域≧保護すべき領域＋許容差域にしなければならない。

c) **附属書 BB** は，許容差域の概念を説明するものである。**附属書 BB** における距離測定値の分布図は，測定値のばらつきはあっても測定は 100 %成功するという仮定に基づいてモデル化されている。実際には，

－ 物体サイズが小さく検出能力の下限値に近い。

－ 物体の反射率が小さい。

－ 干渉光の多い環境にある。

－ AOPDDR の光学窓が汚れている。

など多くの原因によって距離測定に失敗する可能性がある。

図 BB.1 は，検出／非検出の判定条件を，次のようにしている。

②＞測定値：検出

②＜測定値：非検出

すなわち，検出判定条件に許容差域を加えていないので，検出区域の末端にある試験片は検出される確率が 50 %であり，検出されない確率も 50 %である。これでは保護装置としての目的を果たすことができない。

図 BB.2 は，検出／非検出の判定条件を，次のようにしている。

②＋④＞測定値：検出

②＋④＜測定値：非検出

すなわち，測定値と比較する基準値が検出区域の大きさ＋許容差域の大きさになっているので，検出区域の末端にある試験片が検出される確率は $1-2.9\times10^{-7}$ となる。

図 BB.3 も検出／非検出の判定条件を，次のようにしている。

②＋④＞測定値：検出

②＋④＜測定値：非検出

図 BB.3 は，検出区域外にある試験片が検出される（不要トリップ）確率があることを示している。

図 BB.4 及び**図 BB.5** は，測定値に系統的誤差（非確率的）がある場合の検出判定条件を説明してい

る。検出／非検出の判定条件は，

②+④>測定値：検出

②+④<測定値：非検出

であるが，④の中に系統的誤差を含めている。④＝正規分布のばらつき 5σ＋系統的誤差（⑥）とすることによって検出区域末端にある試験片の検出確率が $1-2.9\times10^{-7}$ となることを示している。**図 BB.4** と**図 BB.5** との相違は，確率的誤差④及び系統的誤差⑥の大きさが違うだけである。

図 BB.6 及び**図 BB.7** は，参照境界モニタを用いる場合，参照境界と検出区域との間隔を許容差域の大きさを考慮して十分離さないと，検出対象物が参照境界と誤認される確率が高くなることを示している。

図 BB.6 は，間隔 C を許容差域の 2 倍にした例を示している。この場合，検出対象物が参照境界と誤認される確率は，2.9×10^{-7} である。

図 BB.7 は，間隔 C が許容差域の 2 倍より小さいので検出対象物が参照境界と誤認される確率が 2.9×10^{-7} より大きい。

5.3 不要トリップの例

意図する対象物は高い確率で検出しなければならないが，意図しない物体を検出して頻繁に機械を止められることは使用者にとって迷惑である。AOPDDR における不要トリップには，次のものがある。

a) 必要以上に小さな物体（ちり，昆虫）を検出する。

30 mm 以下の物体を検出することは，不要トリップの原因になり得る。不要トリップは，機械の稼働率を低下させる。使用者からは不要トリップを起こさない AOPDDR を求められるから，AOPDDR 設計者は，検出しなければならない最小サイズのほかに，検出してはならない最大サイズを考慮する必要がある。本体の **5.4.10** は，直径 5 mm 以下の物体は検出するべきでないことを示唆している。

b) 検出区域外の物体を検出する。

この規格は指定の検出区域内の対象物は $1-2.9\times10^{-7}$ の検出確率で検出することを要求しているが，検出区域の外側に存在する物体の検出を禁じてはいない（参照境界モニタを除く。）。許容差域が大きいと不要トリップが増える可能性がある。不要トリップを抑制するためには，許容差域は小さいほど望ましい。

6 原案作成委員会の構成表

原案作成委員会の構成表を，次に示す。

JIS B 9704-3 原案作成委員会　構成表

	氏名	所属
（委員長）	塚 本 修 巳	横浜国立大学
（委員）	吉 田 孝 一	社団法人日本電機工業会
	○ 福 田 隆 文	長岡技術科学大学
	平 野 由紀夫	経済産業省産業技術環境局
	安 達 栄	厚生労働省労働基準局
	市 川 健 二	社団法人産業安全技術協会
	長 沼 勉	社団法人日本印刷産業機械工業会
	山 本 元 芳	社団法人日本工作機械工業会
	小 森 雅 裕	社団法人日本鍛圧機械工業会

			（株式会社小森安全機研究所）
		野 中 俊 助	社団法人日本電気制御機器工業会（株式会社山武）
		松 山 健	社団法人日本縫製機械工業会（JUKI 株式会社）
		三 浦 敏 道	社団法人日本ロボット工業会
		杉 田 吉 広	テュフ ラインランド ジャパン株式会社
		松 本 強	オムロン株式会社
		西 條 広 一	オークマ株式会社
		十 川 修 一	川崎重工業株式会社
		石 川 一 光	株式会社キトー
		坂 井 正 善	日本信号株式会社
		石 原 幸 次	布目電機株式会社
		内 藤 信 吾	株式会社ダイフク
		羽 田 健 一	株式会社明電舎
		小見山 清 志	株式会社安川電機
		月 花 正 志	富士電機機器制御株式会社
		早 瀬 秀 樹	三菱電機株式会社
（分科会主査）	○	黒 住 光 男	ジック株式会社
	○	長谷川 佳 宣	SUNX 株式会社
	○	須 藤 清 隆	株式会社山武
		平 沼 栄 浩	セーフティプラス株式会社
		関 野 芳 雄	IDEC 株式会社
	●	高 原 孝 義	オムロン株式会社
	●	嶋 地 直 広	北陽電機株式会社
	●	金 子 辰 巳	社団法人産業安全技術協会
（オブザーバ）		加 賀 義 弘	経済産業省製造産業局
（事務局）		須 藤 次 男	社団法人日本機械工業連合会
		佐々木 幹 夫	社団法人日本機械工業連合会

注記 ○印は分科会兼任，●印は分科会専任委員を示す。

（執筆者　須藤　次男）

白　　紙

★JIS 規格票及び JIS 規格票解説についてのお問合せは，規格開発部標準課まで，できる限り電子メール（E-mail:sd@jsa.or.jp）又は FAX［(03)3405-5541］TEL［(03)5770-1571］でお願いいたします。お問合せにお答えするには，関係先への確認等が必要なケースがございますので，多少お時間がかかる場合がございます。あらかじめご了承ください。

★JIS 規格票の正誤票が発行された場合は，次の要領でご案内いたします。

(1) 当協会発行の月刊誌“標準化と品質管理”に，正・誤の内容を掲載いたします。

(2) 原則として毎月 21 日（21 日が土曜日，日曜日又は休日の場合には，その翌日）に，“日経産業新聞”及び“日刊工業新聞”の JIS 発行の広告欄で，正誤票が発行された JIS 規格番号及び規格の名称をお知らせいたします。

なお，当協会の JIS 予約者の方には，予約されている部門で正誤票が発行された場合，自動的にお送りいたします。

★JIS 規格票のご注文は，出版事業部出版サービス第一課［FAX(03)3583-0462 TEL(03)3583-8002］まで，お申込みください。

JIS B 9704-3（IEC 61496-3）
機械類の安全性－電気的検知保護設備－
第 3 部：拡散反射形能動的光電保護装置に対する要求事項

平成 23 年 5 月 1 日　第 1 刷発行

編集兼発行人　田 中 正 躬

発 行 所

財団法人 日 本 規 格 協 会

〒107-8440　東京都港区赤坂 4 丁目 1-24
http://www.jsa.or.jp/

札 幌 支 部　〒060-0051　札幌市中央区南 1 条東 1 丁目 5　大通バスセンタービル 1 号館内
TEL (011)261-0045　FAX (011)221-4020

名古屋支部　〒460-0008　名古屋市中区栄 2 丁目 6-1　白川ビル別館内
TEL (052)221-8316(代表)　FAX (052)203-4806

関 西 支 部　〒541-0053　大阪市中央区本町 3 丁目 4-10　本町野村ビル内
TEL (06)6261-8086(代表)　FAX (06)6261-9114

広 島 支 部　〒730-0011　広島市中区基町 5-44　広島商工会議所ビル内
TEL (082)221-7023　FAX (082)223-7568

福 岡 支 部　〒812-0025　福岡市博多区店屋町 1-31　博多アーバンスクエア内
TEL (092)282-9080　FAX (092)282-9118

Printed in Japan　NH/A

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

Safety of machinery—Electro-sensitive protective equipment— Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR)

JIS B 9704-3 : 2011

(IEC 61496-3 : 2008)

(JMF)

Revised 2011-04-25

Investigated by

Japanese Industrial Standards Committee

Published by

Japanese Standards Association

定価 3,150 円（本体 3,000 円）

ICS 13.110;31.260

Reference number：JIS B 9704-3:2011(J)